Б. С. ИВАНОВ



В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ

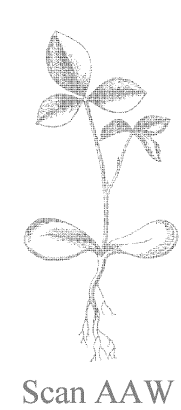
МАССОВАЯ
РАДИО-
БИБЛИОТЕКА

Основана в 1947 году

Выпуск 1051

Б. С. ИВАНОВ

В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ



МОСКВА «РАДИО И СВЯЗЬ» 1982

ББК 32.85
И20
УДК 621.396.6

Иванов Б. С.

И20 В помощь радиокружку. М.: «Радио и связь», 1982. — 128 с., ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1051).

85 к.

Описываются самодельные конструкции из различных областей радиолюбительского творчества: приемники, усилители, переговорные устройства, электромузыкальные устройства, домашние автоматы, новогодние аттракционы, приборы для фотопечати и многие другие.

Для широкого круга радиолюбителей.

И $\frac{2402020000\text{-}022}{046(01)\text{-}82}$ **190-82** **ББК 32.85**
6Ф0.3

РЕЦЕНЗЕНТ КАНД. ТЕХН. НАУК С. А. БИРЮКОВ

Редакция научно-популярной литературы и массовой радиобиблиотеки

БОРИС СЕРГЕЕВИЧ ИВАНОВ

В помощь радиокружку

Редактор В. Г. Борисов
Редактор издательства Т. В. Жукова
Обложка художника Н. Т. Ярешко
Технический редактор Л. А. Горшкова
Корректор Т. С. Власкина

ИБ № 230

Сдано в набор 27.07.81 г. Подписано в печать 15.09.82 г.
Т-17715 Формат 60×90/16 Бумага типогр. № 2 Гарнитура литературная
Печать высокая Усл. печ. л. 8,0 Усл. кр.-отт. 8,375 Уч.-изд. л. 11,86
Тираж 100 000 экз. (доп. тиража). Изд № 19445 Зак. № 120 Цена 85 к.
Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Главпочтамт, а/я 693

Типография издательства «Радио и связь» Госкомиздата СССР
101000 Москва, ул. Кирова, д. 40

ПРЕДИСЛОВИЕ

Радиолюбительство многогранно. Занимаясь в радиокружках, одни с увлечением собирают усилители низкой частоты для высококачественного воспроизведения грамзаписи, других интересуют малогабаритные радиоприемники, третьи оснащают электрогитару приставками, обогащающими ее звучание. Таких радиолюбителей объединяет, пожалуй, одно общее стремление — повторить возможно большее число конструкций, описания которых приводятся в различной популярной радиотехнической литературе. Зачастую из таких конструкций выбираются интересующие узлы, а уже из набора узлов собирается, словно «домик» из детских кубиков, новая конструкция.

Вот почему в библиотеке почти каждого радиокружка можно увидеть подшивки журналов «Радио», «Моделист-конструктор», «Юный техник», популярные книги массовой радиобиблиотеки. Для радиолюбителей, занимающихся в радиокружках Дворцов и Домов пионеров, станций юных техников и других внешкольных учреждений и стремящихся познать ту или иную область радиолюбительского творчества, написана эта книга.

Конечно, в отведенном объеме невозможно представить все области радиолюбительского творчества, поэтому были выбраны наиболее популярные. Материал книги составлен из описаний конструкций не выше средней сложности, повторить которые смогут и начинающие радиолюбители. Во всех конструкциях применены широко распространенные детали, имеющиеся в продаже в специализированных магазинах и на торговой базе Посылторга.

В связи с тем, что в редакции популярных технических журналов нередко еще приходят письма с просьбами публиковать описания конструкций на лампах, несколько таких самоделок включено и в эту книгу.

Немалая часть предлагаемых конструкций разработана автором, схемы других заимствованы из популярной отечественной и зарубежной литературы.

Автор будет признателен читателям, которые выскажут свои замечания по книге, направив их по адресу: 101000, Москва, Главпочтамт, а/я 693, издательство «Радио и связь», редакция научно-популярной литературы и массовой радиобиблиотеки.

Автор

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

МИНИКОМПЛЕКС НА БАЗЕ АВОМЕТРА Ц-20

Авометр Ц-20 предназначен для измерения постоянных и переменных токов и напряжений, сопротивлений. Однако пользоваться им как вольтметром иногда бывает невозможно. Это, в частности, касается измерений напряжений в высокоомных цепях радиоустройств. Ведь относительное входное сопротивление его вольтметра постоянного тока невелико — около 6 кОм/В, и при измерении напряжения через прибор протекает значительная часть тока измеряемой цепи. Это приводит к шунтированию измерительной цепи и появлению ошибки (иногда значительной) в измерениях. Поэтому одной из первых задач по совершенствованию комбинированного измерительного прибора Ц-20 является повышение его относительного входного сопротивления при измерении напряжений.

Схема сравнительно простой приставки, позволяющей решить эту задачу, приведена на рис. 1, *а*. Приставка представляет собой измерительный мост постоянного тока, в одну диагональ которого включен источник питания *Б1,* а к другой диагонали подключен индикатор *ИП1* (авометр Ц-20, включенный на

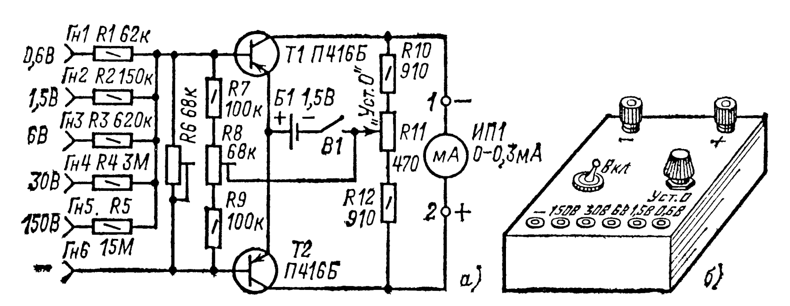


Рис. 1. Приставка для повышения относительного входного сопротивления вольтметра

предел измерения постоянного тока 0,3 мА). Плечи моста образуют участки эмиттер — коллектор транзисторов *Т1* и *Т2,* резистор *R10* с верхней (по схеме) от движка частью переменного резистора *R11* и резистор *R12* с нижней частью резистора *R11.* Мост балансируют переменным резистором *R11* (*Уст. 0*); подстроечным резистором *R8* изменяют напряжение смещения на базах транзисторов и тем самым уравнивают сопротивления участков эмиттер — коллектор.

Измеряемое напряжение подается на базы транзисторов через один из добавочных резисторов *R1—R5.* При этом на резисторах *R6—R9* происходит падение напряжения, а база транзистора *Т2* оказывается под более отрицательным напряжением (относительно эмиттера), чем база транзистора *Т1.* Происходит разбаланс моста, и стрелка индикатора *ИП1* отклоняется. Угол ее отклонения будет тем больше, чем больше измеряемое напряжение на выбранном поддиапазоне. Причем ток через индикатор будет в десятки раз больше (это зависит от статического коэффициента передачи тока транзисторов), чем через входную цепь приставки.

Относительное входное сопротивление вольтметра с такой приставкой может быть около 300 кОм/В, но оно заведомо снижается до 100 кОм/В введе-

нием подстроечного резистора *R6*. Это сделано для того, чтобы упростить подбор транзисторов и, кроме того, использовать добавочные резисторы *R1*—*R5* стандартных номиналов (и не подбирать их). Постоянные резисторы — на мощность рассеяния не менее 0,25 Вт, причем добавочные резисторы *R1*—*R5* желательно применить с допускаемым отклонением ±5%. Подстроечные резисторы *R6*, *R8* и переменный резистор *R11* — СПО-0,5, СП-I.

Транзисторы желательно подобрать с одинаковым статическим коэффициентом передачи тока, равным 50—80. Возможна замена их на низкочастотные транзисторы серии МП16Б.

Источник питания Б1 — элемент 332, 343 или 373 напряжением 1,5 В. Входные гнезда *Гн1* — *Гн6*, а также зажимы *1*, *2* любые.

Детали приставки можно разместить в любом подходящем готовом или самодельном корпусе (рис. 1, *б*). На верхней панели корпуса располагают гнезда, зажимы, выключатель питания и переменный резистор балансировки моста.

Перед налаживанием приставки движки резисторов *R8* и *R11* следует установить в среднее по схеме положение, а резистора *R6* — в верхнее положение (это нужно для того, чтобы выводы баз транзисторов соединялись накоротко). К зажимам *1* и *2* подключают щупы авометра, включенного на предел измерения постоянного тока до 0,3 мА. Затем включают питание приставки и резистором *R11* устанавливают стрелку авометра на нулевую отметку, т. е. балансируют мост. Движок резистора *R6* устанавливают в нижнее по схеме положение и подстроечным резистором *R8* дополнительно балансируют мост. Если при этом окажется, что движок резистора *R8* устанавливается близко к одному из крайних положений, придется подобрать резистор *R7* или *R9*. Если, например, движок подстроечного резистора находится близко к верхнему по схеме положению, резистор *R7* должен быть меньшего сопротивления или резистор *R9* большего. Такая регулировка свидетельствует лишь о том, что используемые транзисторы отличаются по статическому коэффициенту передачи тока.

Следующий этап налаживания — установка нужного относительного входного сопротивления приставки. Для этого между гнездами *Гн6* и *Гн2* следует включить источник напряжением 1,5 В (например, элемент 343) и подстроечным резистором *R6* установить стрелку индикатора *ИП1* на конечное деление шкалы. Подавая на другие входные гнезда соответствующие напряжения, проверяют правильность показаний индикатора на других пределах измерения. При обнаружении расхождений подбирают добавочный резистор соответствующего предела измерений.

Значительно повысить относительное входное сопротивление приставки можно использованием в ней полевых транзисторов. Как известно, входное сопротивление полевых транзисторов весьма большое, и в этом отношении они схожи с электронной лампой. Поэтому входное сопротивление приставки, выполненной на полевых транзисторах, может исчисляться мегаомами.

Принципиальная схема такой приставки, предназначенной для измерения постоянных напряжений, приведена на рис. 2, *а*. В ней используется один по-

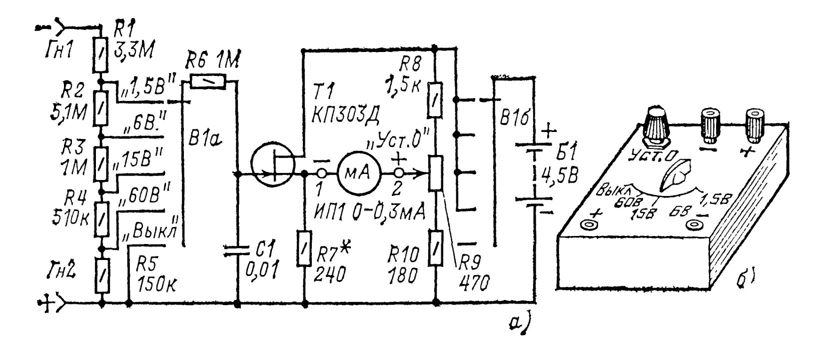


Рис. 2. Приставка-вольтметр на полевом транзисторе

левой транзистор с каналом *n*-типа КП303Д. Входное сопротивление приставки 10 МОм.

Транзистор включен по схеме с общим истоком (истоковый повторитель). Чтобы он работал на линейном участке характеристики, нужное напряжение смещения на затворе создается резистором *R7*, включенным в цепи истока. К истоку подключен индикатор *ИП1*. Для компенсации начального напряжения на истоке второй вывод индикатора подключен к переменному резистору *R9*, позволяющему установить стрелку индикатора на нулевое деление шкалы.

На входе приставки включен делитель напряжения, составленный из резисторов *R1—R5*. Измеряемое напряжение подается на гнезда *Гн1* и *Гн2* в указанной на схеме полярности. В зависимости от предполагаемого максимального значения измеряемого напряжения переключатель *В1* устанавливают в то или иное положение. При этом напряжение на подвижном контакте переключателя не должно превышать 1 В — это напряжение, соответствующее отклонению стрелки индикатора до конечного деления шкалы. Чтобы защитить транзистор от возможных перегрузок при случайной подаче чрезмерно большого напряжения, в цепь затвора включен ограничительный резистор *R6*. А чтобы исключить влияние различных наводок переменного напряжения на высокоомные входные цепи приставки, между затвором и общим проводом питания включен конденсатор *С1*.

Питается приставка от батареи 3336Л или трех последовательно соединенных элементов 343 или 373. Потребляемый ток не превышает 7 мА. Выключателем питания служит секция *В1б* переключателя поддиапазонов измерения.

Постоянные резисторы — МЛТ, ВС, МТ мощностью не менее 0,25 Вт. Каждый из резисторов *R1—R5* делителя желательно составить из двух последовательно соединенных резисторов, сопротивление одного из них равно 80—85% сопротивления добавочного резистора. Резистор *R1*, например, можно составить из резисторов сопротивлением 2,7 МОм и 620 кОм. Это позволит в дальнейшем точнее подбирать соответствующие сопротивления резисторов делителя входного напряжения. Налаживание приставки будет значительно облегчено.

Переменный резистор *R9* может быть типа СП-I или другой. Переключатель *В1* галетный на пять положений и два направления (типа 5П2Н). Конденсатор *С1* бумажный (БМ, МБМ) или слюдяной (КСО-5). Индикатор *ИП1* — тот же авометр Ц-20, включенный на предел измерения постоянного тока до 0,3 мА.

Детали приставки следует разместить в подходящем корпусе. Это может быть и самодельный корпус, изготовленный, например, из тонкого листового алюминия (рис. 2, *б*).

В приставке можно использовать полевой транзистор серии КП303 или другой, с начальным током стока (при напряжении 4,5 В) не менее 5 мА и крутизной характеристики не менее 2 мА/В. Эти требования объясняются использованием индикатора со сравнительно грубой шкалой — 0,3 мА. Если бы в авометре был поддиапазон измерения 0,1 мА (100 мкА), тогда можно было бы применить транзистор КП103Ж — КП103Л.

Рис. 3. Измерение параметров полевого транзистора

Для проверки полевого транзистора и измерения его параметров можно воспользоваться схемами, приведенными на рис. 3. Сначала по схеме на рис. 3, *а* измеряют начальный ток стока. Затем, включив между затвором и стоком элемент напряжением 1,5 В, измеряют по схеме на рис. 3, *б* крутизну характеристики. Ток стока в этом случае будет меньше. Крутизну характеристики определяют по формуле

$$S = \Delta I_{ст}/U_{з},$$

где S — крутизна характеристики транзистора, мА/В; $\Delta I_{ст}$ — разность токов стока, мА; $U_{з}$ — напряжение на затворе, В.

Налаживание приставки сводится к подбору сопротивления резистора *R7* (рис. 2, *а*). К зажимам *1* и *2* подключают авометр Ц-20 (диапазон измерения

0—0,3 мА). Переключатель *В1* устанавливают в положение «1,5 В». Переменным резистором *R9* устанавливают стрелку индикатора авометра на нулевое деление шкалы. Затем подключают к гнездам *Гн1* и *Гн2* источник постоянного тока напряжением 1,5 В (например, элемент 332). Если стрелка индикатора отклонится дальше конечного деления шкалы, резистор *R7* должен быть несколько меньшего сопротивления. Надо подобрать такой резистор, чтобы стрелка индикатора отклонялась точно до конечной отметки шкалы. При каждой замене резистора следует временно отключить элемент от гнезд приставки и установить резистором *R9* стрелку индикатора на нуль шкалы. Подбор резистора можно считать законченным, если при подключении элемента стрелка индикатора устанавливается точно на конечном делении, а при отключении возвращается на нуль.

После этого следует проверить показания индикатора на других поддиапазонах. Для поддиапазона «6 В» ко входу приставки можно подключить 4 последовательно соединенных элемента по 1,5 В. Если последовательно к такой батарее подключить еще батарею «Крона», можно проверить показания прибора на поддиапазоне 15 В, и т. д.

Приставка может иметь другие поддиапазоны измерений. В этом случае придется пересчитать сопротивления резисторов делителя напряжения. Но суммарное их сопротивление в любом случае должно остаться прежним — около 10 МОм.

Расчет сопротивлений резисторов делителя ведут по следующим формулам:

$$R_5 = R_{общ} U_{вх}/U_{изм};$$
$$R_4 = R_{общ} U_{вх}/U_{изм} - R_5;$$
$$R_3 = R_{общ} U_{вх}/U_{изм} - (R_4 + R_5);$$
$$R_2 = R_{общ} U_{вх}/U_{изм} - (R_3 + R_4 + R_5);$$
$$R_1 = R_{общ} - (R_2 + R_3 + R_4 + R_5).$$

Здесь R_1—R_5 — сопротивления резисторов делителя, МОм; $R_{общ}$ — общее сопротивление делителя, равное 10 МОм; $U_{вх}$ — входное напряжение, соответствующее полному отклонению стрелки индикатора, 1 В; $U_{изм}$ — выбранный поддиапазон измерения.

К примеру, в нашем случае для поддиапазона 0—60 В $R_5 = 10 \cdot 1/60 = 0{,}15$ МОм $= 150$ кОм, $R_4 = 10 \cdot 1/15 - 0{,}15 = 0{,}51$ МОм $= 510$ кОм и т. д.

Эти формулы позволяют рассчитать делитель при любом общем сопротивлении делителя, являющемся входным сопротивлением вольтметра, а также при любом получившемся входном напряжении, требующемся для полного отклонения стрелки индикатора, если использовать приставку с другим авометром.

Третья приставка (рис. 4) предназначена для повышения входного сопро-

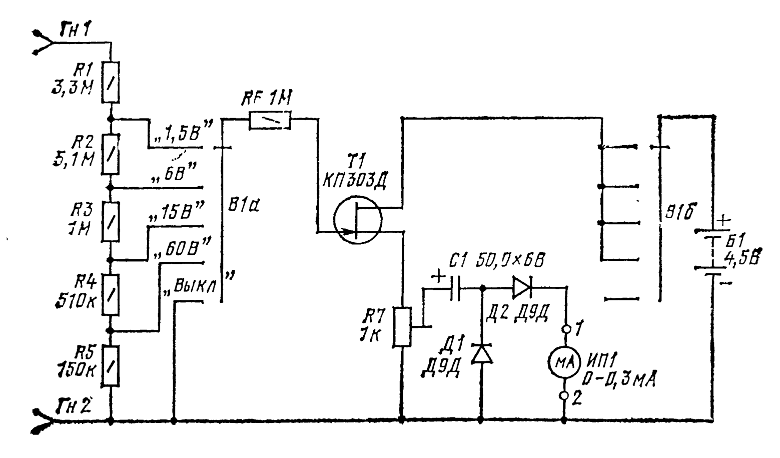


Рис. 4. Схема приставки-вольтметра переменного тока

тивления авометра Ц-20 при измерении переменного напряжения. Она несколько напоминает предыдущую, но в отличие от нее здесь нет конденсатора фильтра и вместо постоянного резистора в цепь истока транзистора включен переменный резистор *R7*. С его движка переменное напряжение поступает через конденсатор *C1* на выпрямитель на диодах *Д1* и*Д2*, включенных по схеме умножения напряжения. Выпрямленное напряжение подается далее через зажимы *1* и *2* на индикатор *ИП1* (авометр Ц-20 в режиме измерения постоянного тока).

Резисторы *R1*—*R5* входного делитсля имеют такие же номиналы, что и в предыдущей приставке. Диапазон измеряемых напряжений ограничен до 60 В, но при желании его можно увеличить, введя добавочные резисторы.

Транзистор *T1* должен быть с такими же параметрами, что и для предыдущей приставки. Подстроечный резистор типа СП-I или другой. Конденсатор *C1*—К50-6, но можно применять К50-3 или другой на номинальное напряжение не менее 6 В. Диоды могут быть серий Д2 или Д9 с любым буквенным индексом. Батарея Б1 — 3336Л или три последовательно соединенных элемента 332, 343 или 373.

Приставку можно смонтировать в таком же корпусе, что и предыдущую, но подстроечный резистор *R7* следует установить внутри корпуса.

При настройке приставки переключатель *B1* следует установить в положение «1,5 В» и подать на вход (гнезда *Гн1* и *Гн2*) переменное напряжение 1,5 В. Движок подстроечного резистора устанавливают в положение, при котором стрелка индикатора авометра отклонится до конечного деления шкалы. На этом настройка приставки заканчивается.

Отсчет результатов измерения ведут по шкале переменных напряжений авометра.

Еще одна приставка к авометру — испытатель транзисторов (рис. 5, *а*), позволяющий измерить три параметра биполярных транзисторов малой мощности: $h_{21Э}$ — статический коэффициент передачи тока базы, $I_{Кн}$ — начальный ток коллектора и $I_{КБО}$ — обратный ток коллекторного перехода. Испытываемый транзистор *T* подключают выводами к соответствующим зажимам *Э, Б* и *К*. В зависимости от структуры проверяемого транзистора, переключатель *B2* устанавливают в положение *«p-n-p»* или *«n-p-n»*. При этом изменяется полярность подключения источника питания, а также выводов индикатора *ИП1*.

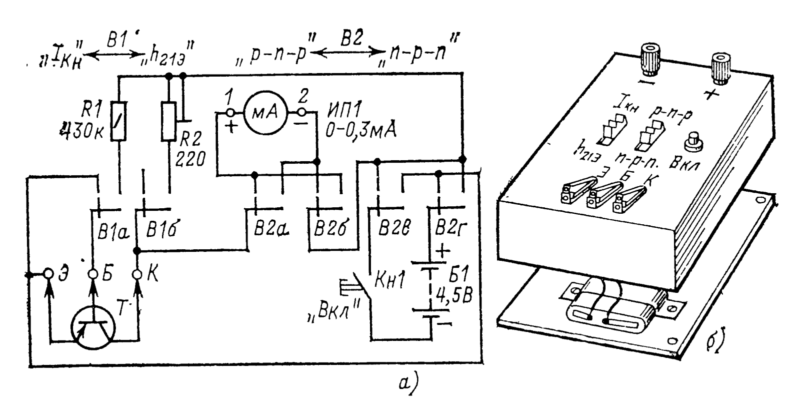


Рис. 5. Приставка для измерения параметров транзисторов

Как и в предыдущей приставке, в качестве индикатора используется авометр Ц-20. При измерении коэффициента $h_{21Э}$ (переключатель *B1* в правом по схеме положении) параллельно индикатору *ИП1* подключается через секцию *B1б* резистор *R2*, в результате чего стрелка индикатора отклоняется до конечного деления шкалы уже при токе 3 мА. В этом же положении переключателя через секцию *B1а* к выводу базы испытываемого транзистора под-

ключается резистор *R1*, обеспечивающий ток базы 10 мкА. При этом шкала индикатора будет соответствовать коэффициенту $h_{21Э}$ =300 (3 мА : 0,01 мА= =300).

В левом по схеме положении переключателя *В1* база испытываемого транзистора *Т* соединяется с эмиттером, а шунтирующий резистор *R2* отключается от индикатора. Это положение соответствует измерению начального тока коллектора $I_{Кн}$; шкала индикатора соответствует току 300 мкА. Если же отключить вывод эмиттера транзистора от зажима *Э*, можно определить обратный ток коллекторного перехода $I_{КБО}$.

Все измерения проводят при нажатии кнопочного выключателя *Кн1*.

Резистор *R1* типа МЛТ-0,25, подстроечный резистор *R2* любого типа. Переключатели *В1* и *В2* движковые, от малогабаритного приемника «Сокол», кнопочный выключатель *Кн1* с самовозвратом (можно применить звонковую кнопку).

Зажимы для подключения транзистора могут быть любыми, важно лишь, чтобы они обеспечивали надежный контакт с выводами транзистора. Хорошо зарекомендовали себя самодельные зажимы, показанные на рис. 6. Зажим со-

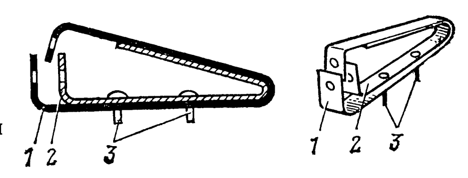


Рис. 6. Конструкция зажимов для подключения выводов транзистора

стоит из двух согнутых полосок пружинящей латуни или бронзы. В наружной *1* и внутренней *2* полосках просверлены отверстия под вывод транзистора. Внутренняя полоска необходима для увеличения надежности устройства и пружинящих свойств зажима. Полоски скрепляют друг с другом и прикрепляют к корпусу приставки винтами *3*. Для крепления вывода транзистора нужно прижать верхнюю часть полосок до совмещения отверстий, вставить в отверстия вывод транзистора и отпустить полоски. Вывод транзистора будет надежно прижат к полоскам в трех точках.

Возможный вариант конструкции этой приставки показан на рис. 5, *б*. Верхняя панель изготовлена из изоляционного материала (гетинакс, текстолит), нижняя (на ней укреплена батарея питания *Б1*) и боковые стенки — из алюминия или другого листового металла.

Налаживание приставки сводится к установке резистором *R2* заданного предела измерения, равного 3 мА. Для этого нужно установить переключатель *В1* в положение «$h_{21Э}$» и, не подключая транзистора, включить между зажимами *Э* и *К* постоянный резистор сопротивлением 1,5 кОм (подобрать точно). Включив кнопочным выключателем *Кн1* питание, резистором *R2* устанавливают стрелку индикатора *ИП1* на конечное деление шкалы.

На практике бывает, что у одного и того же транзистора, проверяемого на разных измерительных приборах, получаются различные коэффициенты $h_{21Э}$. И это не удивительно, если измерения проводились при различных токах коллектора. Известно, что коэффициент $h_{21Э}$ любого транзистора зависит от режима его работы и эта зависимость выражается кривой, напоминающей по форме параболу. Это значит, что при небольших токах коллектора коэффициент $h_{21Э}$ растет с увеличением тока, затем наступает своеобразное насыщение, когда ток коллектора не влияет на параметр $h_{21Э}$, а при дальнейшем увеличении тока коэффициент $h_{21Э}$ может уменьшаться. В связи с этим возникает вопрос: при каком же токе коллектора необходимо определять коэффициент $h_{21Э}$ транзистора? Лучше всего при токе, который будет задан в собираемой конструкции. А для этого в измерительном приборе должна быть предусмотрена возможность регулировки тока коллектора, что и было учтено при разработке более сложной приставки, схема которой приведена на рис. 7.

Возможности приставки такие. Ток коллектора испытываемого транзистора *Т* можно устанавливать до 9 мА, а ток базы — от 10 до 300 мкА. Приставка

позволяет испытывать транзисторы с коэффициентом $h_{21Э}$ от нескольких единиц до нескольких сотен. По-прежнему сохраняется возможность проверять начальный и обратный токи коллектора.

Отличие работы с такой приставкой заключается в измерении параметра $h_{21Э}$. Вначале изменением тока базы резистором *R1* устанавливают нужный ток коллектора, а затем измеряют получившийся при этом ток базы $I_Б$. Коэффициент $h_{21Э}$ определяют как отношение тока коллектора к току базы.

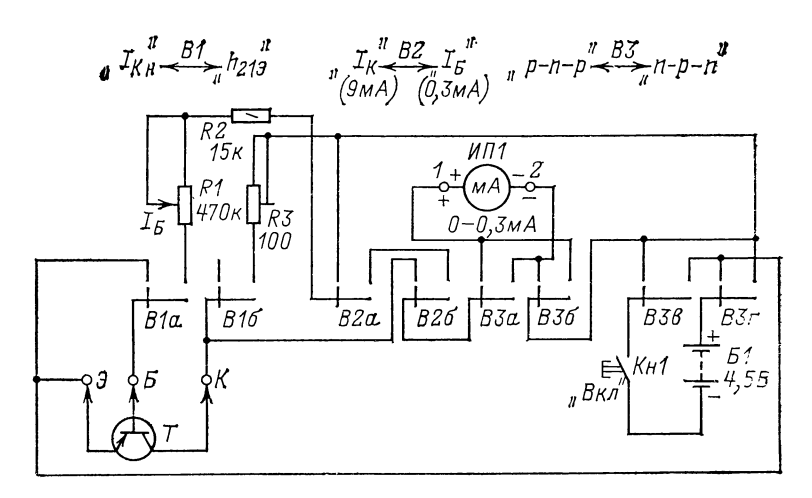


Рис. 7. Схема приставки для измерения параметров транзисторов с регулировкой тока коллектора

Необходимые переключения и изменения режимов работы приставки осуществляют тремя переключателями. Как и в предыдущей приставке, переключатель *B1* позволяет измерять начальный ток коллектора, переключатель *B3* — устанавливать нужную полярность подключения источника питания и выводов индикатора в зависимости от структуры испытываемого транзистора, а кнопочный выключатель *Кн1* — подключать источник питания к измерительной цепи. Вновь введенный переключатель *B2* позволяет измерять либо ток базы, либо ток коллектора транзистора. При этом переключатель *B1* должен обязательно находиться в правом по схеме положении, т. е. в положении измерения коэффициента $h_{21Э}$.

Когда переключатель *B2* находится в левом по схеме положении, последовательно соединенные резисторы *R1* и *R2* подключены через контакты секции ***B2а*** к источнику питания непосредственно, а индикатор включен в коллекторную цепь испытываемого транзистора. В это время параллельно индикатору подключен подстроечный резистор *R3,* шунтирующий индикатор так, что он способен измерять ток не до 0,3, а до 9 мА. В этом положении переключателя индикатор измеряет ток коллектора транзистора.

При установке переключателя *B2* в правое по схеме положение индикатор отключается от коллекторной цепи и включается последовательно с резисторами *R1* и *R2*. Резистор *R3* отключается от индикатора, который теперь измеряет ток до 0,3 мА, и его показания соответствуют току, протекающему в цепи базы транзистора. Необходимый ток базы устанавливают переменным резистором *R1,* а резистор *R2* ограничивает ток базы до 0,3 мА при крайнем нижнем по схеме положении движка резистора *B1*.

Все переключатели движкового типа (от приемника «Сокол»). Переменный резистор *R1*—СП-I, постоянный *R2* — МЛТ-0,25, подстроечный *R3* — СП-II или любой другой.

Единственная необходимая регулировка при налаживании этой приставки — правильная установка движка подстроечного резистора. Для этого вначале движок резистора *R3* устанавливают в нижнее по схеме положение, переключатель *В1* — в правое, *В2* — в левое, а *В3* — в любое. Не подключая транзистора, между зажимами *Э* и *К* включают резистор сопротивлением 510 Ом. К зажимам *1* и *2* подключают щупы авометра (включен на измерение постоянного тока до 0,3 мА). Нажимают кнопку *Кн1* и подстроечным резистором *R3* устанавливают стрелку индикатора на конечное деление шкалы.

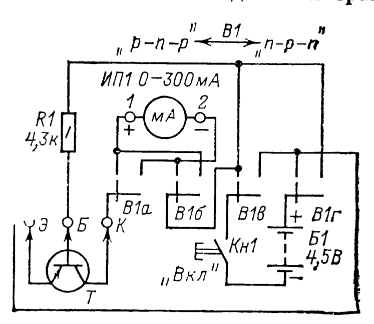


Рис. 8. Схема приставки для измерения параметров мощных транзисторов

Перед монтажом транзисторов средней и большой мощности нужно знать их статический коэффициент передачи тока, а иногда и обратный ток коллектора. Конечно, можно было бы ввести дополнительный переключатель в предыдущие приставки и проверять на них транзисторы повышенной мощности. Но подобная проверка требуется не часто, а дополнительная коммутация усложнила бы конструкции приставок. Поэтому проще изготовить еще одну приставку к авометру Ц-20 — только для проверки транзисторов повышенной мощности. Схема такой приставки показана на рис. 8.

Как и в предыдущих приставках, испытываемый транзистор *Т* подключают к зажимам *Э, Б* и *К,* а необходимую полярность источника питания и включения индикатора *ИП1* для транзисторов разной структуры устанавливают переключателем *В1*. Коэффициент $h_{21Э}$ измеряют при фиксированном токе базы, равном 1 мА. Этот ток зависит от сопротивления резистора *R1*. Шкала индикатора (авометр включен на измерение постоянного тока до 300 мА) оказывается рассчитанной на коэффициент $h_{21Э} = 300$.

После подключения транзистора и установки переключателя *В1* в нужное положение, нажимают кнопку *Кн1* и по шкале авометра определяют параметр $h_{21Э}$. Следует, однако, учитывать, что продолжительность измерения должна быть возможно меньшей, особенно для транзисторов с большим (свыше 100) значением $h_{21Э}$. При необходимости измерить начальный ток коллектора замыкают накоротко зажимы *Э* и *Б* и нажимают кнопку *Кн1*.

Переключатель *В1* — от приемника «Сокол», кнопка и зажимы любого типа.

Описанные здесь приставки могут стать основой самостоятельной конструкции измерительного прибора с использованием в нем микроамперметра с током полного отклонения от 100 до 300 мкА. В каждом случае в зависимости от индикатора придется подобрать соответствующие резисторы. Нетрудно также объединить все приставки в единый самостоятельный измерительный прибор.

ВЫСОКООМНЫЙ ВОЛЬТМЕТР НА ПОЛЕВОМ ТРАНЗИСТОРЕ

Самостоятельным измерительным прибором может быть и вольтметр постоянного тока с большим входным сопротивлением, например, по схеме на рис. 9, *а*. Прибор позволяет измерять постоянное напряжение в диапазонах 0—0,5, 0—1, 0—5, 0—10, 0—50 В. Входное сопротивление вольтметра на всех поддиапазонах одинаковое и равно 10 МОм.

Измеряемое напряжение подается на делитель *R1*—*R6,* а затем через контакты переключателя *В1* и ограничительный резистор *R7* — на затвор полевого транзистора *Т1*. Режим работы транзистора установлен резистором *R8*, включенным в цепь истока. Его сопротивление подобрано из условия обеспечения нужного напряжения смещения на затворе данного транзистора. Между движ-

ками резисторов *R8* и *R10* включен индикатор *ИП1*. Подстроечный резистор *R8* нужен для установки тока полного отклонения стрелки индикатора. Переменным резистором *R10* устанавливают стрелку индикатора на нулевое деление при отсутствии входного напряжения. Чтобы исключить влияние наводок переменного тока на входные щупы прибора, между затвором и общим проводом включен конденсатор *С1*.

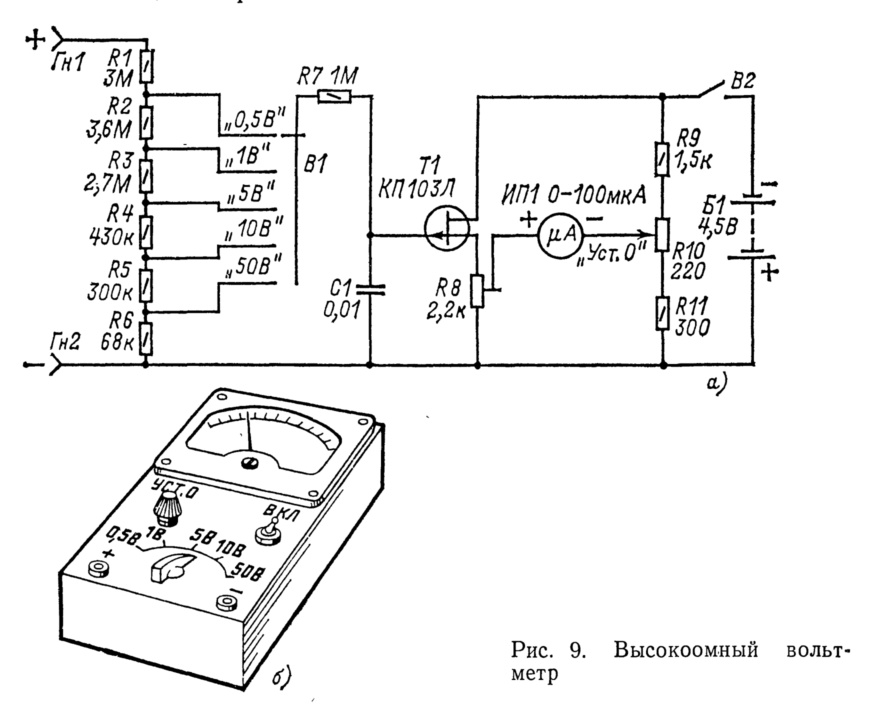


Рис. 9. Высокоомный вольтметр

Транзистор *Т1* может быть КП103К—КП103М с начальным током стока 2—4 мА и крутизной характеристики тока стока не менее 1,5 мА/В. Об определении этих параметров полевого транзистора уже говорилось ранее.

Роль индикатора *ИП1* выполняет микроамперметр типа М24 с рамкой сопротивлением 850 Ом и током полного отклонения стрелки 100 мкА, поэтому для удобства отсчета выбраны соответствующие поддиапазоны. При использовании индикатора с другим током полного отклонения стрелки (например, 150 мкА) целесообразнее выбрать другие поддиапазоны и пересчитать делитель напряжения (см. описание приставки к Ц-20 для измерения постоянного напряжения). Нижний поддиапазон измерений зависит от крутизны характеристики тока стока транзистора и при использовании транзистора с крутизной 2—2,5 мА/В может быть 0—0,2 В (с микроамперметром на ток 100 мкА).

Переключатель *В1* галетный на пять положений. Подстроечный резистор *R8*—СП-II, переменный *R10*—СП-I, постоянные резисторы — МЛТ-0,25. Конденсатор *С1* типа МБМ, БМ. Батарея *Б1* — 3336Л. Потребляемый прибором ток незначителен — менее 3 мА, поэтому батареи хватит на 150—120 ч непрерывной работы.

Возможная конструкция вольтметра показана на рис. 9, *б*. На лицевой панели находится микроамперметр, переключатель диапазонов измерения, выключатель питания, входные гнезда и переменный резистор *R10*. Внутри корпуса на металлическом уголке укрепляют подстроечный резистор *R8*. Постоянные резисторы можно смонтировать на общей плате из изоляционного материала или припаять непосредственно к деталям, с которыми они должны соединяться: резисторы *R1—R7* смонтировать на контактах переключателя, а *R9, R11*

припаять к выводам переменного резистора *R10*. Батарею питания удобно укрепить на нижней съемной крышке корпуса.

Приступая к налаживанию, движок переменного резистора устанавливают в среднее положение. После включения питания движком подстроечного резистора *R8* устанавливают стрелку индикатора на нулевое деление шкалы. Затем на входные гнезда *Гн1, Гн2* вольтметра подают известное постоянное напряжение, например 4,5 В (от отдельной батареи 3336Л) или 9 В (от батареи «Крона»). Переключатель *В1* устанавливают в соответствующее положение («5 В» или «10 В») и отмечают показания индикатора. Если стрелка показывает меньшее напряжение, чем подано на вход, необходимо переместить движок подстроечного резистора *R8* вверх по схеме, отключить источник входного напряжения, переменным резистором *R10* установить стрелку индикатора в нулевое положение и вновь подать входное напряжение. Если теперь, наоборот, стрелка показывает бóльшее напряжение, движок резистора *R8* перемещают вниз по схеме. Эту операцию надо повторить несколько раз, снимая каждый раз входное напряжение и возвращая стрелку на нуль резистором *R10*.

Может случиться, что движок резистора *R10* окажется в одном из крайних положений и стрелку индикатора не удастся возвратить на нуль. Тогда нужно подобрать тот из резисторов *R9* или *R11*, возле которого находится движок переменного резистора *R10*. Резистор подбирают так, чтобы при настройке прибора на нуль движок резистора *R10* находился примерно в среднем положении. Еще лучше на время налаживания заменить резисторы *R9*—*R11* одним переменным резистором сопротивлением 2,2 кОм, а после настройки измерить сопротивления верхнего и нижнего плеч переменного резистора и припаять к выводам резистора *R10* постоянные резисторы соответствующих сопротивлений.

После такой регулировки и при точно подобранных резисторах делителя точность показаний вольтметра на других поддиапазонах будет обеспечена.

ВЫСОКООМНЫЙ ВОЛЬТМЕТР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ЛИНЕЙНОЙ ШКАЛОЙ

Шкалы переменных напряжений большей части промышленных и любительских измерительных приборов нелинейные. Это, конечно, неудобно, поскольку градуировку приходится наносить на шкалу индикатора или составлять таблицу и пользоваться ею при измерениях. Вот почему в последние годы все большее предпочтение отдают приборам, у которых шкала переменных напряжений имеет такую же линейность, как и для постоянных.

Схема одного из таких вольтметров приведена на рис. 10. Его входное сопротивление около 10 МОм. Прибором можно измерять переменные напряжения от сотых долей вольта до 50 В в диапазоне частот 20 Гц—200 кГц.

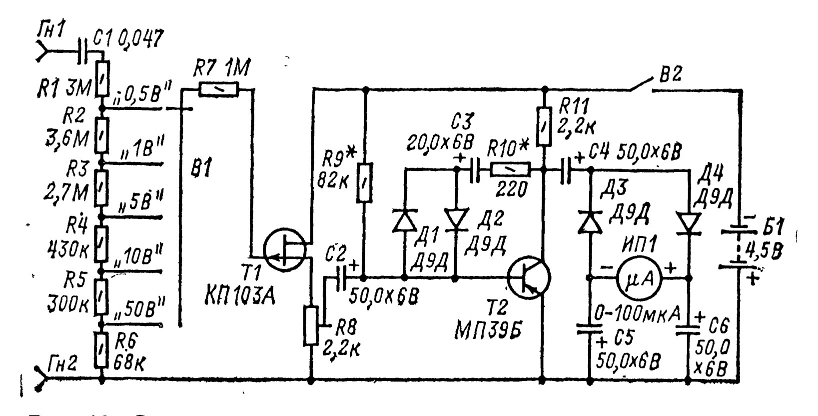


Рис. 10. Схема высокоомного вольтметра переменного тока с линейной шкалой

Измеряемое переменное напряжение подают через разделительный конденсатор *C1* на делитель, составленный из резисторов *R1*—*R6*. В зависимости от измеряемого напряжения, часть его с соответствующей группы резисторов делителя поступает через контакты переключателя *B1* и резистор *R7* на затвор полевого транзистора *T1*, включенного по схеме истокового повторителя. В цепь истока включен подстроечный резистор *R8*, с движка которого переменное напряжение поступает на вход усилителя переменного напряжения, собранного на биполярном транзисторе *T2*. Усиленное им напряжение с нагрузочного резистора *R11* подается через конденсатор *C4* на двухполупериодный выпрямитель, собранный на диодах *Д3, Д4* и конденсаторах *C5, C6*. Нагрузкой выпрямителя является микроамперметр *ИП1*.

Чтобы шкала была линейной, в усилитель введена глубокая отрицательная обратная связь, напряжение которой снимается с коллектора транзистора *T2* и подается на его базу через резистор *R10*, конденсатор *C3* и диоды *Д1, Д2*. Благодаря диодам эта связь получается нелинейной, что в конечном счете позволяет добиться линейной зависимости тока через индикатор от напряжения на входе усилителя.

Вольтметр питается от батареи *Б1* напряжением 4,5 В и потребляет ток 3 мА.

Требования, предъявляемые к транзистору *T1*, такие же, что и для вольтметра постоянного тока. Транзистор *T2* может быть серии МП39—МП41 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50. Подстроечный резистор *R8*—СП-II или другой, постоянные резисторы — МЛТ-0,25. Конденсатор *C1* — БМ, МБМ, электролитические конденсаторы *C2*—*C6* любого типа (К50-6, К53-1). Переключатель поддиапазонов *B1* галетный на пять положений (например 5П2Н), выключатель *B2* и входные гнезда *Гн1, Гн2* любых конструкций. Микроамперметр на ток 100 мкА и рамкой сопротивлением около 850 Ом.

Особо следует сказать о подборе диодов *Д1*—*Д4*. Они могут быть серий Д311 или Д9 с любым буквенным индексом. Но все диоды нужно подобрать по прямому сопротивлению в трех точках вольт-амперной характеристики. Для этого можно воспользоваться любым авометром (Ц-20, ТТ-1), включенным на измерение сопротивлений. Надо измерить сопротивление диодов в прямом направлении на различных поддиапазонах омметра (×1, ×10, ×100) и отобрать те из них, у которых эти параметры одинаковы или отличаются незначительно. Подобные измерения эквивалентны снятию вольт-амперной характеристики диодов в трех точках потому, что на различных поддиапазонах омметра через диод протекают различные токи, так как входное сопротивление омметра и сопротивление диода образуют делитель напряжения источника питания авометра. Диоды *Д3* и *Д4*, кроме того, следует подобрать по возможно большему обратному сопротивлению, т. е. сопротивлению в обратном направлении.

Конструктивное оформление этого вольтметра может быть аналогично вольтметру постоянного тока.

Налаживание вольтметра начинают с установки режима работы усилительного каскада на транзисторе *T2*. Между выводом его коллектора и точкой соединения элементов *R11, R10, C4* включают миллиамперметр со шкалой на 2—3 мА и подбором резистора *R9* устанавливают ток в этой цепи транзистора, равный 1 мА.

Затем на вход вольтметра (гнезда *Гн1, Гн2*) подают калиброванное напряжение, соответствующее предельному значению одного из поддиапазонов измерения (0,5; 1; 5В), устанавливают переключатель на данный поддиапазон измерения и подстроечным резистором *R8* добиваются отклонения стрелки индикатора до конечной отметки шкалы. После этого подключают параллельно гнездам образцовый вольтметр и, плавно изменяя входное напряжение, проверяют линейность шкалы вольтметра. Если шкала нелинейная, подбирают резистор *R10*. После каждой замены этого резистора вначале подстроечным резистором стрелку индикатора устанавливают на конечное деление шкалы при предельном входном напряжении данного поддиапазона, а затем проверяют линейность шкалы. На время настройки резистор *R10* можно заменить переменным сопротивлением 680 Ом, измерить получившееся сопротивление и впаять в прибор резистор такого же номинала.

ОММЕТР НА ПОЛЕВОМ ТРАНЗИСТОРЕ

Обычный авометр рассчитан на измерение сопротивлений до 0,5 МОм, и в лучшем случае до 1 МОм. Для измерения бо́льших сопротивлений приходится подключать к авометру внешнюю батарею напряжением до 20 В. Описываемый здесь омметр, собранный на полевом транзисторе, рассчитан на измерение сопротивлений до 500 МОм и при этом питается всего от одной батареи напряжением 4,5 В.

Принципиальная схема омметра приведена на рис. 11. Его каскад, собранный на полевом транзисторе, напоминает вольтметр постоянного тока. И действительно, омметр, по сути дела, измеряет падение напряжения на делителе,

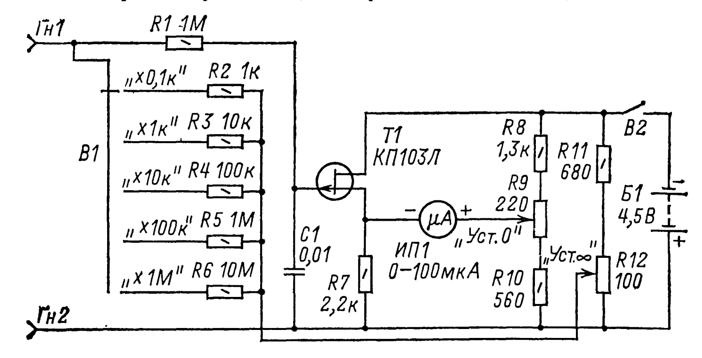


Рис. 11. Схема омметра на полевом транзисторе

образованном одним из резисторов *R2*—*R6* и проверяемым резистором, подключенным к гнездам *Гн1* и *Гн2*. Напряжение на делитель подается с движка переменного резистора *R12*, но, в отличие от вольтметра, на затворе транзистора относительно истока получается не положительное, а отрицательное напряжение. Поэтому, когда ко входу омметра не подключен проверяемый резистор, напряжение автоматического смещения на резисторе *R7* компенсируется напряжением, снимаемым с движка переменного резистора *R12*, и стрелка индикатора будет находиться на конечном делении шкалы. Точное положение стрелки регулируют переменным резистором *R12* («Уст. ∞»). Если же входные гнезда замкнуть проволочной перемычкой, то этого компенсирующего напряжения не будет и стрелка индикатора возвратится на нулевое деление шкалы.

Стрелку прибора на нулевое деление шкалы устанавливают переменным резистором *R9* («Уст.0»). При подключении к входным гнездам резистора (или другой детали, обладающей сопротивлением) напряжение между гнездами изменится в зависимости от его сопротивления. Это новое напряжение и отметит отклонившаяся стрелка индикатора; по шкале индикатора и по положению переключателя поддиапазонов *В1* нетрудно определить неизвестное сопротивление.

Омметр рассчитан на измерение сопротивлений в пяти поддиапазонах: на первом (×0,1к) можно измерять сопротивления от 20 Ом до 50 кОм, на втором (×1к) — от 200 Ом до 500 кОм, на третьем (×10к) — от 2 кОм до 5 МОм, на четвертом (×100к) — от 20 кОм до 50 МОм, на пятом (×1М) — от 200 кОм до 500 МОм. Конечно, можно обойтись только тремя поддиапазонами (×0,1к, ×10к, ×1М), но тогда точность отсчета несколько снизится.

В омметре можно использовать транзисторы КП103 с начальным током стока не менее 1 мА и крутизной характеристики не менее 1 мА/В. Индикатор *ИП1* — микроамперметр на ток 100 мкА и рамкой сопротивлением 850 Ом. Переменные резисторы — СП-I, постоянные — МЛТ-0,25, сопротивления резисторов *R2*—*R6*, от которых зависит точность показаний омметра, должны быть подобраны достаточно точно.

Источником питания омметра может быть батарея 3336Л или три последовательно соединенных элемента 343, 373. Детали омметра можно смонтировать в любом подходящем корпусе.

Обычно налаживание омметра сводится к градуировке шкалы при подключении ко входу омметра резисторов известных сопротивлений. В нашем случае этой операции можно избежать, отградуировав шкалу расчетным путем. Если, например, шкала индикатора имеет 100 делений, то положение стрелки индикатора можно определить по следующей формуле:

$$N = 100 - 100 \cdot 10/(10+R),$$

где N — деление шкалы индикатора; R — деление шкалы омметра.

Например, отметка сопротивления 1 Ом по шкале омметра должна соответствовать следующему делению шкалы индикатора $N = 100 - 100 \cdot 10/(10+1) = 9$; отметка сопротивления 5 Ом должна располагаться против деления шкалы $N = 100 - 100 \cdot 10/(10+5) = 33{,}3$; отметка сопротивления 100 Ом — против деления $N = 100 - 100 \cdot 10/(10+100) = 91$ и т. д.

По результатам расчета наносят деления на шкалу индикатора или вычерчивают новую шкалу (рис. 12), по которой в дальнейшем определяют измеряемое сопротивление.

После этого ко входу омметра подключают предварительно измеренные на образцовом приборе резисторы и проверяют точность показаний самодельного омметра на всех поддиапазонах. При обнаружении значительной погрешности в показаниях омметра подбирают точнее резистор (*R2*—*R6*) соответствующего поддиапазона.

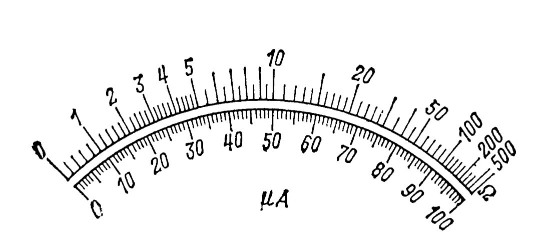


Рис. 12. Шкала омметра

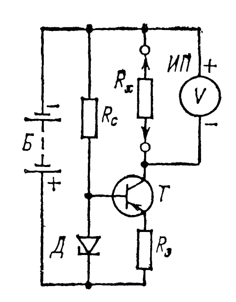


Рис. 13. Принцип работы омметра с линейной шкалой

ОММЕТР С ЛИНЕЙНОЙ ШКАЛОЙ

Шкала омметра обычно нелинейная. Дело в том, что при измерении сопротивления ток через измерительную цепь непостоянен, он зависит от сопротивления: ведь измерительная цепь, как правило, является частью делителя напряжения или плечом измерительного моста, с которых снимается напряжение на индикатор. Но если резистор включать в цепь со стабильным значением тока, то падение напряжения на нем будет зависеть только от его сопротивления и шкала индикатора будет линейная.

Разобраться в принципе работы омметра с линейной шкалой поможет рис. 13. На транзисторе *T* собран стабилизатор тока. Поскольку напряжение на базу транзистора подается с кремниевого стабилитрона *Д*, ток в цепи эмиттера будет также стабилизирован и будет зависеть только от сопротивления резистора $R_э$. Стабильным будет и ток коллектора, протекающий через измеряемый резистор R_x. Поэтому вольтметр *ИП* будет измерять напряжение, зависящее только от сопротивления подключаемого резистора R_x. В этом случае зависимость напряжения от сопротивления также будет линейной.

Выбор резистора $R_э$ определяется возможными изменениями тока базы транзистора при установке различного тока эмиттера. А задаваемый ток эмиттера, в свою очередь, определяется выбранным пределом измерения. При малых измеряемых сопротивлениях ток эмиттера выбирают большим, но не превы-

шающим предельно допустимого значения тока для данного транзистора. Нижний предел тока эмиттера зависит от возможного минимального обратного тока коллекторного перехода данного транзистора. Поэтому, чтобы измерять резисторы с большим сопротивлением, нужно выбирать транзисторы с возможно малым значением тока $I_{КБО}$. Кроме того, для предупреждения шунтирующего влияния вольтметра *ИП* его входное сопротивление должно быть значительно больше (не менее чем на порядок) предельного значения измеряемого сопротивления.

В омметре, схема которого изображена на рис. 14, учтены все эти соображения. В качестве стабилизатора тока выбран транзистор структуры *n-p-n* с током $I_{КБО}$ не более 1 мкА. Значение стабилизированного тока в цепи эмиттера (а значит, и в цепи коллектора) определяется цепочками резисторов *R2R3, R4R5, R6R7, R8R9* и *R10R11*. При включении (переключателем *B1*) первой цепочки в цепи эмиттера транзистора должен протекать ток около 10 мА, второй цепочки — 1 мА, третьей — 0,1 мА, в четвертой — 0,01 мА, пятой — 0,005 мА.

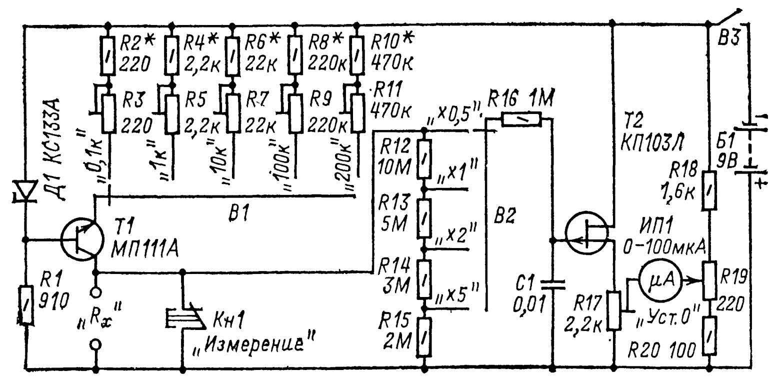


Рис. 14. Схема омметра с линейной шкалой

Поскольку напряжение стабилизации стабилитрона КС133А составляет 3—3,7 В, такое же напряжение будет на эмиттерных резисторах, поэтому максимальное падение напряжения на измеряемом резисторе не может превысить 5,3 В. С учетом возможного снижения напряжения батареи питания и разброса напряжения стабилизации стабилитрона, примем максимальное падение напряжения равным 5 В. Тогда в первом положении переключателя *B1* можно измерять сопротивления до 500 Ом, во втором — до 5, в третьем — до 50, в четвертом — до 500 кОм, в пятом — до 1 МОм.

Для более точного измерения как больших, так и малых сопротивлений в выбранных поддиапазонах, вольтметр, собранный на полевом транзисторе *T2*, имеет несколько поддиапазонов измерений. Так, в верхнем по схеме положении переключателя *B2* шкала вольтметра рассчитана на 0,5 В, в следующих положениях соответственно на 1, 2 и 5 В. Поэтому в первых положениях обоих переключателей омметром можно измерять сопротивления до 50 Ом. При этом по шкале индикатора *ИП1* можно достаточно точно отсчитывать измеряемое сопротивление меньше 1 Ом. Таким образом, переключатель *B1* является переключателем пределов измерения, а *B2* — своеобразным множителем.

Резистор неизвестного сопротивления подключают к зажимам «R_x», и только после этого нажимают кнопку *Кн1,* нормально замкнутые контакты которой шунтируют входные зажимы. Если б этой кнопки не было, то до подключения проверяемого резистора на этом участке было бы падение напряжения и стрелка индикатора отклонилась за конечное деление шкалы.

Вместо транзистора МП111А можно применить транзистор структуры *n-p-n,* например КТ315 (с любым буквенным индексом), имеющий обратный ток кол-

лектора не более 2 мкА и статический коэффициент передачи тока не менее 20. Транзистор КП103Л можно заменить на КП103И, КП103К с начальным током стока не менее 1,5 мА и крутизной характеристики не менее 1 мА/В.

Индикатор *ИП1* — микроамперметр на ток полного отклонения стрелки 100 мкА, сопротивление рамки 850 Ом. Подстроечные резисторы, кнопка *Кн1* и выключатель *В3* любой конструкции, переменный резистор *R19*—СП-I, постоянные резисторы — МЛТ-0,25, переключатели *В1* и *В2* галетные, на пять положений (например, 5П2Н).

Стабилитрон КС133А можно заменить на 2С133А, КС433А, 2С433А. Источник питания — последовательно соединенные две батареи 3336Л или, что желательно, шесть элементов 343 или 373.

Потребляемый омметром ток при измерении малых сопротивлений — около 25 мА, при измерении сопротивлений больше 500 Ом — около 15 мА.

Конструкция омметра определяется во многом габаритами имеющихся деталей. На верхней стенке корпуса располагают переключатели, выключатель питания, кнопку, переменный резистор, зажимы для подключения резисторов и индикатор. Подстроечные резисторы лучше всего смонтировать на плате из гетинакса или текстолита и расположить плату внутри корпуса так, чтобы был свободный доступ к осям резисторов. Батареи можно укрепить внутри корпуса или на съемной нижней стенке.

Налаживание прибора начинают с калибровки вольтметра. Вначале движок резистора *R17* устанавливают в среднее положение и, включив питание, резистором *R19* устанавливают стрелку индикатора на нулевое деление шкалы. Отпаивают от резистора *R12* провод, идущий к зажиму «R_x», на делитель *R12*—*R15* подают напряжение 0,5 В и отмечают отклонение стрелки индикатора. Если стрелка отклоняется за конечную отметку шкалы, то, отключив вспомогательный источник постоянного напряжения, перемещают движок резистора *R17* немного вниз (по схеме) и повторно устанавливают резистором *R19* стрелку индикатора в нулевое положение. Если, наоборот, стрелка индикатора не доходит до конечного деления шкалы, движок резистора *R17* перемещают вверх. В любом случае движок резистора *R17* должен быть в таком положении, чтобы при подключении к делителю вспомогательного источника напряжения стрелка индикатора устанавливалась на конечном делении шкалы.

Показания вольтметра при других положениях переключателя желательно проверить, подавая на вход вольтметра соответствующие напряжения (в положении «×1» 1 В, в положении «×2» 2 В, в положении «×5» 5 В). В каждом случае стрелка индикатора должна отклоняться до конечного деления шкалы. Если это условие не соблюдается, придется точнее подобрать резисторы делителя, соответствующие этим пределам измерения.

После этого можно восстановить соединение делителя с зажимом «R_x» и, подключая к зажимам образцовые резисторы, разметить шкалу омметра. Для каждого поддиапазона достаточно иметь по одному резистору, сопротивление которого точно соответствует измеряемому сопротивлению, указанному на схеме для данного поддиапазона: 100 Ом, 1, 10, 100 и 200 кОм.

Калибровку начинают с первого поддиапазона. Переключатель *В1* устанавливают в положение «0,1к» (переключатель *В2* все время должен быть в положении «×1») и подключают к зажимам «R_x» резистор сопротивлением 100 Ом. Нажимают кнопку *Кн1* и подстроечным резистором *R3* добиваются отклонения стрелки индикатора до конечного деления шкалы.

Затем переключатель *В1* переводят в положение «1 к», подключают к зажимам резистор сопротивлением 1 кОм и, вновь нажав кнопку, резистором *R5* стрелку индикатора устанавливают на конечное деление шкалы. Аналогично калибруют омметр и при других положениях переключателя поддиапазонов.

Если только подстроечным резистором не удается установить стрелку индикатора на конечную отметку шкалы, то подбирают соединенный с ним постоянный резистор (*R2*, *R4*, *R6*, *R8* или *R10*).

ПРИБОРЫ ДЛЯ БЫСТРОЙ ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТРАНЗИСТОРОВ, ДИОДОВ, ТРИНИСТОРОВ

Для проверки работоспособности транзисторов можно воспользоваться радиотрансляционной сетью, собрав для этого приставку, схема которой приведена на рис. 15. Проверяемый транзистор *Т* и показанные на схеме детали

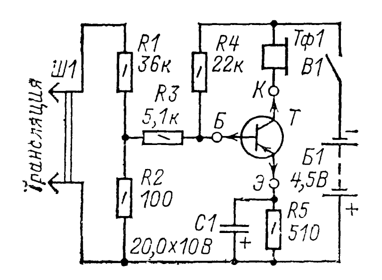


Рис. 15. Схема проверки транзистора от трансляционной сети

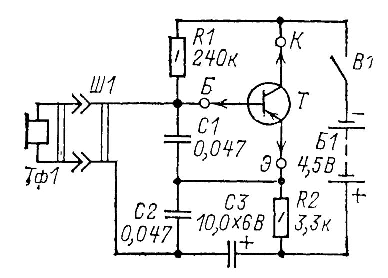


Рис. 16. Схема пробника-генератора для проверки транзисторов

образуют усилитель, на вход которого поступает сильно ослабленное напряжение сигнала НЧ радиотрансляционной сети. Роль ослабителя напряжения выполняет делитель *R1R2*. Если напряжение сети 30 В, на резисторе *R2* будет всего 0,08 В, а на базе транзистора — еще меньше. Если транзистор исправный, то в телефонах *Тф1* будет слышен громкий звук. По громкости звучания телефонов можно грубо судить об усилительных свойствах транзистора.

В качестве звукового индикатора *Тф1* лучше использовать телефонный капсюль ДЭМШ, ДЭМ-4М или телефон от слухового аппарата «Кристалл». Можно также использовать малогабаритную динамическую головку (например, 0,1 ГД-3 или 0,1 ГД-6), но включать ее следует через выходной трансформатор от малогабаритного приемника. Его первичную обмотку (с большим числом витков) включают в цепь коллектора, а ко вторичной подключают головку.

Все резисторы — МЛТ-0,25, конденсатор *С1* — К50-6, источник питания — батарея 3336Л.

В другом пробнике (рис. 16) проверяемый транзистор работает в режиме генерации и в головных телефонах *Тф1* слышен звук определенного тока. При неисправном транзисторе звука не будет.

Телефоны высокоомные (ТОН-1, ТОН-2), резисторы — МЛТ-0,25, конденсаторы *С1, С2* — БМ, МБМ, *С3* — К50-6, разъем *Ш1* — двухгнездная колодка. Зажимы *К, Э* и *Б* для подключения транзистора — любой конструкции, батарея питания — 3336Л.

Для проверки транзисторов обеих структур пригоден прибор, схема которого приведена на рис. 17. Если оба транзистора исправны, прибор превращается в несимметричный мультивибратор, работа которого контролируется по звуку в головных телефонах. Если один из транзисторов хуже, чем второй, звук будет прерывистым или шипящим. При неисправном транзисторе звука не будет. Таким образом, для проверки транзисторов с помощью этого прибора нужно иметь по одному исправному транзистору каждой структуры, которые используются как образцовые.

В качестве телефонов можно использовать капсюли ДЭМ-4М, ДЭМШ, микротелефон ТМ-2. Источник питания *Б1* — один из элементов 316, 332, 343 или 373. Выключателя питания в приборе нет, так как, когда транзисторы не подключены, потребления тока от источника не будет.

Порядок работы с прибором такой. При проверке транзистора, например, структуры *p-n-p*, его подключают к соответствующим зажимам прибора, а к другим зажимам — заведомо исправный транзистор другой структуры, *n-p-n*.

После этого в двухгнездную колодку вставляют телефоны и контролируют работу мультивибратора.

Схема еще одного прибора для проверки транзисторов показана на рис. 18. Его особенность — возможность проверки транзисторов любой структуры в уже смонтированной конструкции без отпайки его выводов. Для этого зажимы *Э, Б, К* прибора соединяют гибкими проводниками с соответствующими выво-

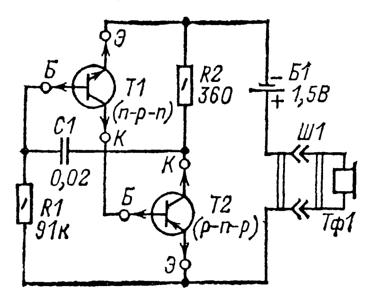


Рис. 17. Схема пробника-генератора для проверки транзисторов обеих структур

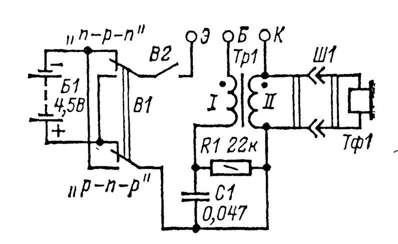


Рис. 18. Схема пробника для проверки транзисторов без их отпайки от деталей конструкции

дами проверяемого транзистора. При этом питание конструкции, в которой установлен транзистор, должно быть выключено. После установки переключателя *В1* в положение, соответствующее структуре проверяемого транзистора, тумблером *В2* включают питание. Если транзистор исправный, то он начинает генерировать колебания низкой частоты и в телефонах *Тф1* (ТОН-1, ТОН-2) будет слышен звук, тональность которого зависит от емкости конденсатора *С1* и данных обмоток трансформатора *Тр1*.

Выключатель питания может быть любой конструкции, переключатель *В1* — двухсекционный на два положения (например, тумблер ТП1-2), конденсатор *С1*—БМ, МБМ, резистор *R1* — МЛТ-0,25. Трансформатор *Тр1* — переходной (межкаскадный) малогабаритного приемника («Нева», «Чайка», «Ласточка», «Сокол»), в котором число витков вторичной обмотки (она с отводом от середины) надо уменьшить до 150—200. Самодельный трансформатор можно выполнить на магнитопроводе Ш3×6. Его обмотка *I* должна содержать 2500 витков, обмотка *II* — 150—200 витков провода ПЭВ-1 0,06.

Детали прибора можно разместить в небольшом корпусе.

Для соединения зажимов прибора с выводами транзистора можно использовать проводники длиной 250—300 мм с однополюсными вилками на одном конце и зажимами «крокодил» на другом.

Для проверки выпрямительных диодов, используемых в выпрямителях блоков питания, и тринисторов можно использовать пробник, схема которого приведена на рис. 19. Питание его осуществляется от сети переменного тока через понижающий трансформатор *Тр1*. Переменное напряжение вторичной обмотки трансформатора подается на зажим *1*, к которому подключают вывод катода тринистора. Одновременно через диод *Д3*, резистор *R4* и кнопку *Кн1* к зажиму **2**, с которым соединяют вывод управляющего электрода тринистора, поступают положительные полупериоды переменного напряжения. Если тринистор исправный, то при нажатии кнопки он откроется и зажжется лампа *Л1*. Если лампа зажжется до нажатия на кнопку, это укажет на дефект тринистора — замыкание в цепи его управляющего электрода. Если одновременно за-

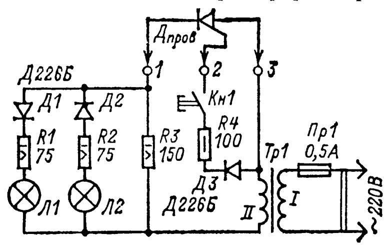


Рис. 19. Схема пробника для проверки диодов и тринисторов

жигаются обе лампы *Л1* и *Л2*, значит, испытываемый тринистор пробит. Ни одна из ламп не зажжется в случае другой неисправности — внутреннего обрыва.

При проверке диодов, рассчитанных на прямой ток не менее 0,3 А, выводы катода подключают к зажиму *1*, а выводы анодов — к зажиму *3*. При исправном диоде должна зажечься лампа *Л1*, а при изменении полярности подключения к пробнику — лампа *Л2*. Если диод пробит, зажигаются одновременно обе лампы, а при внутреннем обрыве не зажигается ни одна из них.

Каждый из резисторов *R1*—*R3* можно составить из трех параллельно соединенных резисторов МЛТ-2,0 сопротивлением, в 3 раза большим, чем указано на схеме. Диоды Д226Б можно заменить диодами Д7 с любым буквенным индексом или другими, рассчитанными на ток не менее 0,3 А. Сигнальные лампы — на напряжение 6,3 В и ток накала 0,28А (МН6,3—0,28). Можно использовать лампы, рассчитанные на напряжение 26 В, исключив резисторы *R1* и *R2*.

В качестве понижающего можно использовать унифицированный выходной трансформатор кадровой развертки телевизоров ТВК-110Л1. При напряжении сети 220 В на его вторичной обмотке будет около 25 В. Данные самодельного трансформатора: магнитопровод Ш20×25; обмотка *I* — 2200 витков провода ПЭВ-1 0,2, обмотка *II* — 250 витков провода ПЭВ-1 0,5.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ГЕНЕРАТОР

Наладить усилитель НЧ или радиоприемник без измерительных генераторов трудно. Поэтому в лаборатории радиолюбителя желательно иметь генераторы колебаний звуковой и высокой частот.

Но построить генераторы с плавной перестройкой частот в широком диапазоне, со стабилизацией частоты и амплитуды, со стрелочным индикатором выходного напряжения — задача достаточно трудная и не каждому радиолюбителю по силам. Вот почему радиолюбители, особенно не имеющие опыта, охотнее берутся за изготовление более простых генераторов. В предлагаемом комбинированном приборе (рис. 20) работают всего три транзистора. В него

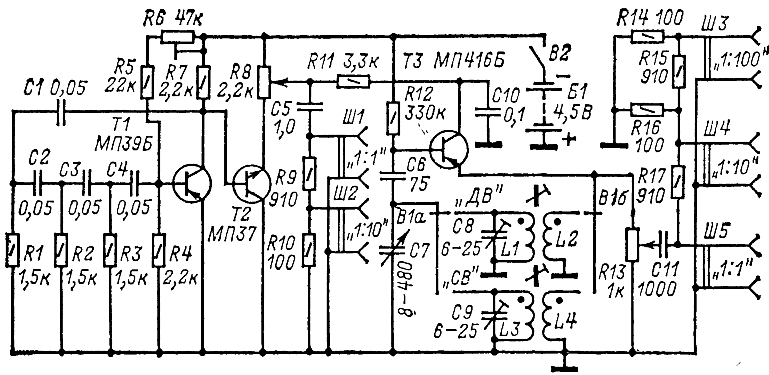


Рис. 20. Схема комбинированного генератора

входят генератор ЗЧ, работающий на одной фиксированной частоте 1000 Гц, и генератор ВЧ, охватывающий частоты радиовещательных диапазонов ДВ, СВ и промежуточную 465 кГц. Максимальное выходное напряжение генератора ЗЧ около 0,5 В, генератора ВЧ 0,1—0,15 В. В каждом генераторе предусмотрено как скачкообразное, так и плавное изменение выходного напряжения. При изменении выходного напряжения генератора ЗЧ изменяется глубина модуляции колебаний ВЧ.

Генератор ЗЧ собран на транзисторе *T1*. Он представляет собой усилитель с четырехзвенной цепочкой, составленной из конденсаторов *C1*—*C4* и

резисторов $R1$—$R4$, необходимой для сдвига фазы выходного напряжения на 180° и подачи его на вход усилителя. При определенном режиме работы транзистора усилитель возбуждается и на нагрузочном резисторе $R7$ появляется напряжение синусоидальной формы. Необходимый режим транзистора устанавливают подстроечным резистором $R6$. Напряжение генератора поступает непосредственно на базу транзистора $T2$ структуры *n-p-n*, включенного эмиттерным повторителем, а с движка переменного резистора $R8$, являющегося его нагрузкой, через конденсатор $C5$ на делитель $R9R10$, ослабляющий выходное напряжение ЗЧ скачком в 10 раз.

Генератор ВЧ собран на транзисторе $T3$ по схеме с индуктивной обратной связью между эмиттерной и базовой цепями. Обратная связь осуществляется соответствующим включением катушек $L1$—$L4$. Переключателем $B1$ к генератору подключают ту или иную пару катушек. В верхнем (по схеме) положении контактов переключателя к генератору подключены катушки $L1$, $L2$ и генератор работает в диапазоне частот 150—500 кГц, т. е. перекрывает диапазон ДВ и промежуточную частоту. Плавная перестройка частоты осуществляется конденсатором переменной емкости $C7$, а установка границ диапазона — подстроечным конденсатором $C8$ и ферромагнитным сердечником катушек. В нижнем по схеме положении подвижных контактов переключателя включаются катушки $L3$, $L4$ и генератор перекрывает частоты диапазона СВ—500—1650 кГц.

С движка переменного резистора $R13$ напряжение генератора подается через конденсатор $C11$ на делитель $R14$—$R17$ и выходные разъемы *Ш3*—*Ш5*. Модуляция колебаний ВЧ осуществляется подачей напряжения генератора ЗЧ через резистор $R11$ в цепь коллектора транзистора $T3$. Глубину модуляции до 70—80% изменяют переменным резистором $R8$. Максимальную глубину модуляции можно ограничить подбором конденсатора $C10$: чем больше его емкость, тем меньше глубина модуляции.

Транзистор МП39Б можно заменить любым другим маломощным низкочастотным транзистором структуры *p-n-p* с коэффициентом $h_{21Э}$ не менее 40. Вместо транзистора МП37 можно использовать другой аналогичный транзистор структуры *n-p-n* с возможно большим коэффициентом $h_{21Э}$. Транзистор МП416Б или его заменяющий (например, П403) должен быть с коэффициентом $h_{21Э}$ не менее 50.

Катушки $L1$, $L2$ наматывают на четырехсекционном каркасе контуров приемника «Селга». Катушка $L1$ содержит 400 витков провода ПЭВ-1 0,08—0,1, катушка $L2$—20 витков провода ПЭВ-2 или ПЭЛШО 0,12—0,15. Витки катушек распределяют равномерно во всех секциях. Катушки $L3$ и $L4$ — готовые гетеродинные катушки диапазона СВ радиоприемника «Селга». От этого же приемника применен и двухсекционный конденсатор переменной емкости $C7$. Его секции соединяют параллельно, что вдвое увеличивает максимальную емкость конденсатора.

Подстроечные конденсаторы $C8$ и $C9$ — КПК-М, постоянные конденсаторы $C1$—$C5$, $C10$ — БМ, МБМ, $C6$ — КТК-1, $C11$ — КСО. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25, переменные $R8$ и $R13$ — СП-I, подстроечный $R6$ — СП3-1А. Разъемы *Ш1*—*Ш5* — розетки СГ-3 или СГ-5 (применяются для магнитофонов). Переключатель диапазонов $B1$ — движковый (например, от приемника «Сокол») или тумблер ТП1-2. Выключатель $B2$—ТВ2-1, источник питания — батарея 3336Л.

Большая часть деталей смонтирована на плате размерами 130×75 мм, вырезанной из гетинакса (можно текстолита) толщиной 1 мм (рис. 21). Под выводы деталей в плате просверлены отверстия диаметром 1,5 мм. Пердварительно изогнутые выводы деталей вставляют в отверстия, подрезают кусачками настолько, чтобы они выступали над платой на 5—8 мм, и пригибают к плате с обратной стороны. Прямоугольный вырез в плате сделан под конденсатор переменной емкости, который укреплен непосредственно на передней стенке корпуса прибора (рис. 22). Там же находятся выключатель питания и разъемы выхода генераторов ЗЧ и ВЧ. Между выводами разъемов вмонтированы резисторы делителей напряжения.

Батарея питания металлической скобой прикреплена к задней крышке прибора. Под резисторы регулировки уровня сигналов, а также под переключа-

тель диапазонов в передней панели корпуса просверлены отверстия. Эти детали, а вместе с ними и плата, прикреплены к корпусу гайками с наружной стороны. На оси переменных резисторов и ось конденсатора переменной емкости надевают ручки. На ручке конденсатора должна быть визирная стрелка, а против нее на корпусе — две полуокружности шкалы. Градуируют шкалу при налаживании прибора.

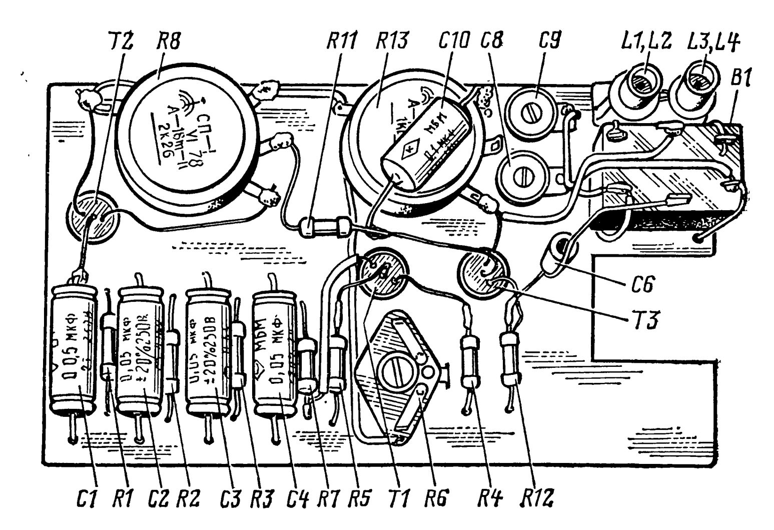


Рис. 21. Расположение деталей на плате комбинированного генератора

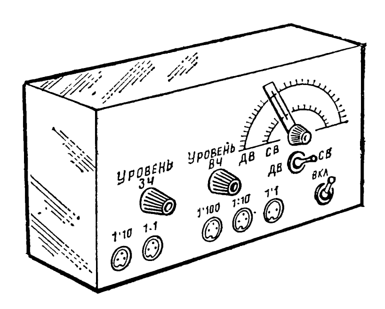


Рис. 22. Внешний вид комбинированного генератора

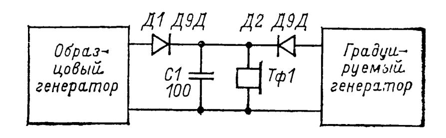


Рис. 23. Схема градуировки генератора

Для подключения прибора к проверяемой конструкции понадобится еще экранированный кабель с штырьковой частью разъема на одном конце и двумя зажимами «крокодил» на другом.

Налаживание прибора начинают с генератора ЗЧ. Через конденсатор емкостью 0,1—0,5 мкФ параллельно резистору *R8* подключают головные телефоны ТОН-1 или ТОН-2. Движок этого резистора устанавливают в нижнее по схеме положение, а резистора *R6* — в правое. Включив питание, плавным вращением ручки резистора *R6* добиваются появления в головных телефонах звука средней тональности (1000 Гц). Пинцетом или отрезком провода временно замыкают гнезда разъема *Ш1*. Если при этом звук в телефонах пропадает, резистором *R6* добиваются его появления, и в таком положении фиксируют его движок.

Затем проверяют генератор ВЧ. Движки переменных резисторов *R8* и *R13* устанавливают в верхнее по схеме положение, а к разъему *Ш5* подключают осциллограф. При работающем генераторе ВЧ на экране осциллографа будет широкая полоса, а при достаточной длительности развертки можно наблюдать форму колебаний. Если колебания на экране не видны, для возникновения генерации следует поменять местами выводы одной из катушек данного поддиапазона.

Следующий этап — градуировка шкалы генератора. Для этого понадобится образцовый генератор ВЧ. Выходы градуируемого и вспомогательного образцового генераторов подключают через диоды *Д1* и *Д2* к головным телефонам *Тф1* (рис. 23), выполняющим роль индикатора нулевых биений. При изменении частоты образцового генератора и приближении ее к частоте градуируемого генератора в телефонах должен появиться звук, высота тона которого будет постепенно снижаться, а когда их частоты совпадут, звук должен исчезнуть.

Сначала переключатель *В1* ставят в положение «ДВ», а конденсатор переменной емкости в положение максимальной емкости, соответствующей наименьшей частоте диапазона. По образцовому генератору определяют получившуюся частоту градуируемого прибора. Вращением сердечника катушек устанавливают точно частоту 150 кГц. Затем роторные пластины конденсатора *С7* переводят в положение минимальной емкости, проверяют частоту и подстроечным конденсатором *С8* устанавливают ее равной 500 кГц. Затем вновь проверяют частоту начала диапазона и, если нужно, корректируют подстроечным сердечником катушек. После этого устанавливают на образцовом генераторе частоты 200, 250, 300 кГц и т. д., настраивают на них градуируемый генератор и ставят на шкале соответствующие отметки.

Такой порядок настройки сохраняется и при установке переключателя диапазонов в положение «СВ».

Чтобы убедиться в модуляции колебаний генератора ВЧ, нужно подключить к его разъему *Ш5* осциллограф. При вращении ручки переменного резистора *R8* на экране будет наблюдаться характерная картина модулированных колебаний. Если нет осциллографа, то для проверки работоспособности и градуировки шкалы комбинированного генератора можно воспользоваться радиовещательным приемником. Но в этом случае будет проигрыш в точности градуировки.

При работе с генератором следует помнить, что помимо колебаний основной частоты на его выходе будут и гармоники (сигналы частотой, кратной основной). Поэтому во избежание ошибок на вход проверяемого устройства надо подавать возможно минимальный уровень сигнала. Кроме того, не следует пользоваться глубокой модуляцией. Оптимальное ее значение 30%. При подаче на вход проверяемого приемника сигнала с такой модуляцией в громкоговорителе прослушивается звук чистой тональности.

РАДИОПРИЕМНИКИ И КОНВЕРТЕРЫ

ТРИ МАЛОГАБАРИТНЫХ ПРИЕМНИКА НА ТРАНЗИСТОРАХ

Для приема мощных близлежащих станций диапазона ДВ вполне пригоден однотранзисторный рефлексный приемник с внутренней магнитной антенной (рис. 24). В приемнике используется транзистор структуры *n-p-n*.

Рис. 24. Схема однотранзисторного рефлексного приемника

Колебательный контур магнитной антенны образован катушкой *L1* и конденсатором переменной емкости *С1*. Выделенные им колебания ВЧ нужно усилить, но сразу подключать контур к усилителю ВЧ нет смысла. Из-за малого входного сопротивления усилителя селективность контура резко ухудшится и приемник окажется неспособным «выбирать» нужные радиостанции —

они будут прослушиваться одновременно. Чтобы избежать этого, колебания ВЧ подаются на усилитель через катушку *L2*, связанную индуктивно с катушкой *L1*. Число витков катушки связи *L2* в десятки раз меньше, чем *L1*. Во столько же раз меньше и сигнал на ней по сравнению с сигналом на колебательном контуре. Но это ослабление сигнала компенсируется усилителем ВЧ.

Усиленный сигнал выделяется катушкой *L3* высокочастотного трансформатора и через катушку *L4* поступает к детектору, роль которого выполняет диод *Д1*. Нагрузкой детектора является эмиттерный переход транзистора (участок база — эмиттер), а фильтром — конденсатор *C2*. Продетектированные колебания усиливаются транзистором и подаются на головные телефоны *Тф1*.

Напряжение смещения на базу транзистора подается через резистор *R1*, являющийся одновременно и элементом фильтра *R1C3*, предотвращающего попадание колебаний НЧ с телефонов на базу транзистора.

Катушки *L1* и *L2* можно намотать на плоском или круглом стержне из феррита марки 600НН. Катушка *L1* содержит 100—150 витков провода ПЭЛШО, ПЭЛ или ПЭВ-1 0,1—0,12, катушка *L2*—15—20 витков такого же провода. Катушки *L3* и *L4* наматывают таким же проводом на ферритовом кольце с внешним диаметром 10 мм и толщиной 2,5—5 мм. Они должны содержать по 180 витков.

Вместо транзистора КТ315Б можно применить КТ315Г, КТ315Е с $h_{21э}$= =100—150. Диод *Д1* — любой из серий Д2, Д9. Конденсатор *C1* — малогабаритный с наибольшей емкостью 350—400 пФ, *C2* — типа БМ, МБМ, *C3* — К50-3А. Телефоны Тф1 — ТОН-1 или ТОН-2.

Если детали при монтаже соединены правильно (точно по схеме), приемник начинает работать сразу. Если после включения питания наблюдается самовозбуждение приемника, то следует поменять местами включение выводов одной из катушек высокочастотного трансформатора. После устранения самовозбуждения надо настроить приемник на какую-нибудь радиостанцию и попробовать подобрать резистор *R1* такого номинала, при котором громкость звучания телефонов будет наибольшей. На время его можно заменить переменным резистором 150—220 кОм и подобрать наилучший режим работы транзистора. Остается измерить получившееся при этом сопротивление и впаять в приемник постоянный резистор такого же сопротивления.

Принципиальная схема другого приемника, выполненного на двух транзисторах структуры *p-n-p*, приведена на рис. 25. Оба транзистора усиливают

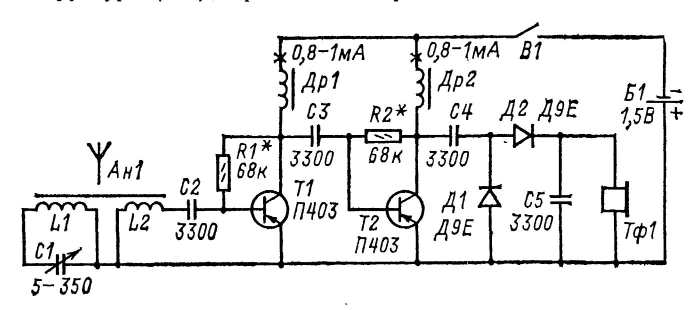


Рис. 25. Схема приемника на двух транзисторах

высокочастотные колебания, выделенные контуром *L1C1* магнитной антенны. Через катушку связи *L2* и конденсатор *C2* сигнал подается на базу транзистора *T1* первого каскада усиления. Напряжение смещения на его базу подается через резистор *R1*. Нагрузкой каскада является высокочастотный дроссель *Др1*. Хотя сопротивление его постоянному току незначительно, для высокочастотных колебаний он оказывает большое сопротивление. С дросселя сигнал подается через конденсатор *C3* на базу транзистора *T2* второго каскада, собранного по такой же схеме. Применение двух одинаковых каскадов позволило получить большое усиление по высокой частоте.

С выхода второго каскада сигнал поступает через конденсатор *С4* к детектору на двух диодах Д1 и Д2 и далее к головным телефонам Тф1.

Для питания приемника используется один из элементов 316, 332 или 343. Потребляемый приемником ток не превышает 2 мА.

Данные катушек *L1* и *L2* такие же, как в предыдущем приемнике. Дроссели *Др1* и *Др2* содержат по 200 витков провода ПЭЛШО или ПЭВ-1 0,1—0,12, намотанного на кольцах из феррита 600НН. Наружный диаметр колец 8 мм, внутренний — 5 мм.

Транзисторы могут быть П401—П403, П416 с коэффициентом $h_{21Э}$ не менее 50. Диоды — любые из серий Д2, Д9. Постоянные конденсаторы и резисторы любого типа. Телефоны — ТОН-1 или ТОН-2.

Детали приемника (кроме, конечно, телефонов) можно разместить в подходящем по габаритам корпусе, как показано на рис. 26. В принципе, расположение деталей может быть иным, но исключающим возможность самовозбуждения приемника. Высокочастотные дроссели, например, следует располагать возможно дальше друг от друга и от контура магнитной антенны.

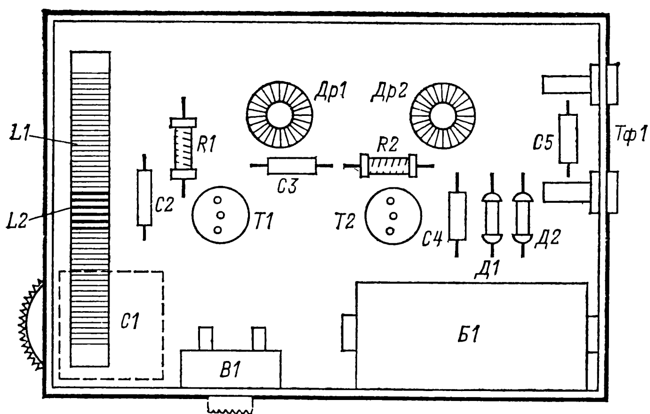


Рис. 26. Расположение деталей в корпусе двухтранзисторного приемника

Настройка приемника сводится к проверке и установке режима работы транзисторов. Понадобится миллиамперметр на ток 1—2 мА. Вначале его включают в разрыв верхнего по схеме вывода дросселя *Др2*. Миллиамперметр должен показать ток 0,8—1 мА. Установить такой ток можно подбором резистора *R2*. Для увеличения тока коллектора сопротивление резистора *R2* должно быть меньше, и наоборот. Так же проверяют и при необходимости устанавливают ток коллектора транзистора *Т1*.

После этого конденсатором переменной емкости *С1* можно настраивать приемник на сигналы радиостанций.

Следующий приемник (рис. 27) трехтранзисторный рефлексный. Благодаря повышенной (по сравнению с предыдущими) выходной мощности он может работать на динамическую головку, обеспечивая громкоговорящий прием радиостанций диапазона СВ.

Выделенный колебательным контуром *L1C1* сигнал радиостанций поступает через катушку связи *L2* на базу транзистора *Т1* первого каскада усилителя ВЧ. С нагрузки каскада (резистора *R1*) усиленный сигнал подается на вход второго каскада, нагрузкой которого служит высокочастотный трансформатор *L3L4*. С катушки *L4* трансформатора сигнал ВЧ поступает на вход детекторного каскада, состоящего из диода *Д1*, конденсатора *С3* и резисторов *R3* и *R2*. Переменный резистор *R2* выполняет одновременно роль нагрузки детектора и регулятора громкости. С него сигнал НЧ поступает на базу транзистора *Т1*, который теперь выполняет и роль каскада предварительного уси-

ления НЧ. Далее сигнал поступает непосредственно на базу транзистора *Т2*, который как усилитель низкочастотного сигнала включен эмиттерным повторителем. Это позволяет лучше согласовать первый каскад с выходным — усилителем мощности, выполненным на транзисторе *Т3*. Смещение на базу транзистора *Т3* подается через резистор *R5* с нагрузки *R4* эмиттерного повторителя.

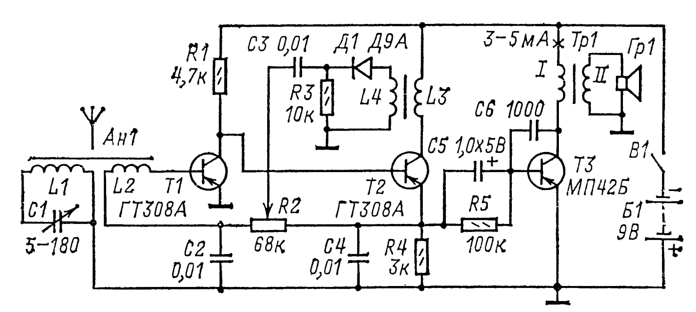


Рис. 27. Схема рефлексного приемника на трех транзисторах

Для стабилизации режима работы первых двух каскадов между ними введена отрицательная обратная связь по постоянному току через резистор *R2*. А чтобы предупредить самовозбуждение приемника на высоких частотах, в выходном каскаде введена отрицательная обратная связь по переменному току — между коллектором и базой транзистора *Т3* включен конденсатор *С6*.

Магнитная антенна выполнена на плоском ферритовом стержне из феррита марки 400НН (можно 600НН) размерами 80×20×3 мм. Катушка *L1* намотана непосредственно на ферритовый стержень четырьмя секциями с расстоянием между ними 2—3 мм и содержит 88 витков провода ПЭЛШО 0,12—0,2. Катушка *L2*, содержащая 5—7 витков такого же провода, намотана поверх катушки *L1*. Катушки *L3* и *L4* намотаны на кольце из феррита марки 400НН с внутренним диаметром 8—12 мм. Катушка *L3* содержит 120 витков, а катушка *L4*—60 витков провода ПЭЛШО 0,1—0,12.

Выходной трансформатор *Тр1* от малогабаритного приемника (используется половина первичной обмотки). Головка *Гр1* — любая маломощная, например 0,1ГД-6. Можно воспользоваться малогабаритным абонентским громкоговорителем «Юбилейный», подключив к приемнику его трансформатор и головку, а внутри корпуса разместить детали приемника.

В первых двух каскадах можно применить транзисторы ГТ308, П422, П423 и другие высокочастотные транзисторы с коэффициентом $h_{21Э}$=30—70. Для выходного каскада подойдут транзисторы серий МП39—МП41 и другие низкочастотные транзисторы с коэффициентом $h_{21Э}$ =30—100.

Переменный резистор *R2* — СПО-0,5, постоянные резисторы — МЛТ, УЛМ. Конденсатор переменной емкости — от радиоприемника «Юность», но подойдет и другой малогабаритный с максимальной емкостью не менее 180 пФ. Электролитический конденсатор *С5*, емкость которого может быть больше 1 мкФ, типа К50-6, К50-3, остальные конденсаторы — КД, КПС, КПМ. Диод *Д1*—любой из серий Д2, Д9.

Для питания приемника используется батарея «Крона», потребляемый ток в режиме молчания не превышает 7 мА. Работоспособность приемника сохраняется при снижении напряжения источника питания до 3 В.

Большая часть деталей приемника смонтирована на плате размерами 70×70 мм, выпиленной из листового гетинакса (рис. 28). Для пайки выводов деталей в отверстиях в плате развальцованы пустотелые заклепки. Эту плату крепят на общей плате конструкции, на которой находятся магнитная антенна, головка, выходной трансформатор, батарея питания, регулятор громкости. Общей платой может быть лицевая стенка корпуса приемника (например, при использовании громкоговорителя «Юбилейный»). Тогда выключатель питания (он может быть любой конструкции) устанавливают на любой стенке корпуса.

Перед налаживанием приемника нужно временно замкнуть проволочной перемычкой выводы катушки $L2$. Затем включить приемник, измерить напряжение на коллекторе транзистора $T1$ — оно должно быть 3—3,5 В. Такое напряжение можно установить подбором резистора $R4$. Затем проверяют ток коллектора транзистора $T3$ (3—5 мА) и, если надо, корректируют его подбором резистора $R5$. В головке должен появиться слабый шипящий звук. После удаления перемычки, замыкающей катушку $L2$, устанавливают движок резистора $R2$ примерно в среднее положение и настраивают приемник на какую-нибудь радиостанцию. Если приемник возбуждается, нужно попробовать уменьшить число витков катушки $L2$, поменять местами подключение выводов катушки $L4$ высокочастотного трансформатора или заэкранировать его: обернуть тонкой фольгой и соединить ее с общим положительным проводником питания.

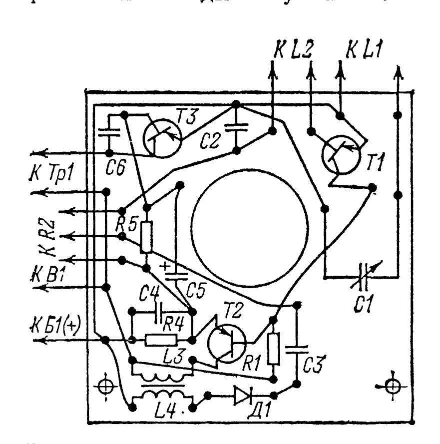


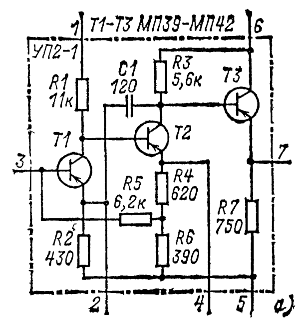
Рис. 28. Печатная плата и схема соединений трехтранзисторного рефлексного приемника

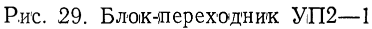
Лучшее время для налаживания приемника — вечер, когда работает наибольшее число радиостанций.

ПРИЕМНИК С ИНДУКТИВНОЙ НАСТРОЙКОЙ

Для постройки этого приемника не надо изготавливать магнитную антенну, приобретать традиционный для подобных конструкций конденсатор переменной емкости, подбирать транзисторы. Он собран на базе широко распространенных готовых деталей: в качестве усилителя НЧ использован блок-переходник УП2-1, а настройка приемника на сигналы радиостанций диапазона ДВ осуществляется унифицированным регулятором размера строк (РРС) от телевизоров.

Блок УП2-1 (рис. 29) представляет собой трехкаскадный усилитель с непосредственной связью между транзисторами каскадов. Это значит, что база транзистора последующего каскада соединена непосредственно с коллектором транзистора предыдущего. Применение такой связи позволяет усиливать сиг-





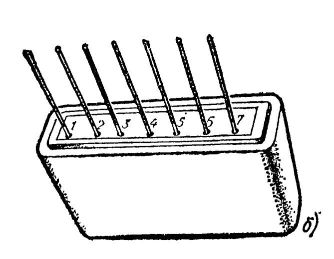


Рис. 29. Блок-переходник УП2—1

налы очень низких частот, вплоть до постоянного тока. В целом блок УП2-1 обеспечивает усиление по напряжению частот звукового диапазона в 350—950 раз, что и используется в описываемом приемнике. При этом чувствительность приемника остается достаточной для приема как местных, так и мощных удаленных радиостанций.

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 30. Его входной колебательный контур состоит из катушки *L1* и конденсатора *C2*. Настройка на радиостанции производится изменением индуктивности контурной катушки ферромагнитным стержнем, перемещаемым внутри ее каркаса. Резонансная частота контура зависит и от используемой внешней антенны, подключаемой к зажиму *Ан1*, так как ее емкость изменяет общую емкость колебательного контура. Для уменьшения влияния ее на настройку контура включен конденсатор *C1* небольшой емкости.

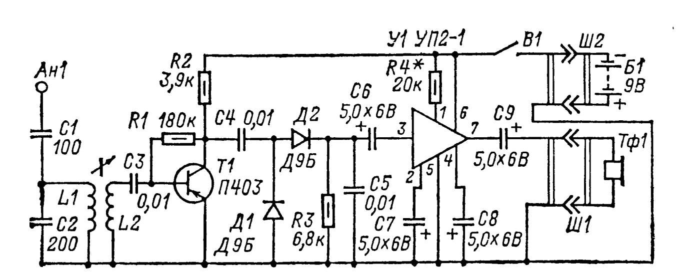


Рис. 30. Схема приемника с индуктивной настройкой

Выделенные контуром колебания подаются через катушку связи *L2* на усилитель ВЧ, выполненный на транзисторе *T1*. Смещение на его базу подается через резистор *R1*, который для улучшения термостабилизации режима работы каскада подключен к коллекторной цепи транзистора.

Нагрузкой усилителя ВЧ является резистор *R2*. С него сигнал поступает через конденсатор *C4* на вход детектора, выполненного на диодах *Д1* и *Д2*, включенных по схеме умножения напряжения. При таком включении диодов сигнал звуковой частоты на нагрузке детектора *R3* будет в 1,5—1,7 раза больше по сравнению с сигналом, получаемым при детекторе на одном диоде.

С выхода детектора низкочастотный сигнал поступает через конденсатор *C6* на вход усилителя УП2-1. Для получения наибольшего усиления резисторы эмиттерных цепей первых двух транзисторов (выводы *2* и *4*) зашунтированы по переменному току конденсаторами *C7* и *C8*. Кроме того, увеличено сопротивление резистора нагрузки транзистора первого каскада: между выводами *1* и *6* включен резистор *R4*. Нагрузкой усилителя являются головные телефоны *Тф1*, подключаемые к выводам *7* и *5* через конденсатор *C9* и двухгнездную колодку *Ш1*.

Приемник питается от батареи «Крона», подключаемой к нему через разъем *Ш2*.

Катушка РРС *L1*, использованная в контуре приемника, содержит 295 витков провода ПЭВ-1 0,31, намотанного на пластмассовом каркасе. Поверх нее нужно равномерно намотать катушку связи *L2*—15 витков провода ПЭЛШО или ПЭВ 0,19—0,25.

В усилителе ВЧ можно применить транзисторы П401—П403, П416 с любым буквенным индексом и статическим коэффициентом передачи тока не менее 50. Для детектора подойдут диоды серии Д2, Д9 с любым буквенным индексом. Конденсаторы *C1*, *C2*—КСО, КТК, *C3*—ПМ, БМТ, *C6*—*C9*—К50-3, К50-6 на номинальное напряжение не менее 6 В. Головные телефоны — ТОН-1, ТОН-2. Двухгнездная колодка *Ш1*, выключатель питания *В1* и зажим для подключения антенны — любые.

Большая часть деталей смонтирована на плате из гетинакса (можно текстолита) размерами 100×60 мм. Расположение деталей и схема их соединений показаны на рис. 31. Плату крепят на дюралюминиевой пластине размерами 145×80 мм, согнутой наподобие буквы Г. На передней стенке высотой 35 мм укреплены каркас катушек, колодка для подключения телефонов, выключатель питания и антенный зажим. Конденсатор *C2* припаян непосредственно к выводам катушки *L1*. Конденсатор *C1* включен между зажимом антенны и контурной катушкой.

Налаживание приемника начинают с измерения тока, потребляемого им от батареи. При подключении миллиамперметра к незамкнутым контактам выключателя *В1* прибор должен показать ток около 5 мА. Затем подключают головные телефоны и антенну, например, комнатную. Вращением ручки настройки добиваются приема какой-нибудь радиостанции. Затем подбором резистора *R4* добиваются наиболее громкого и неискаженного приема сигналов этой станции.

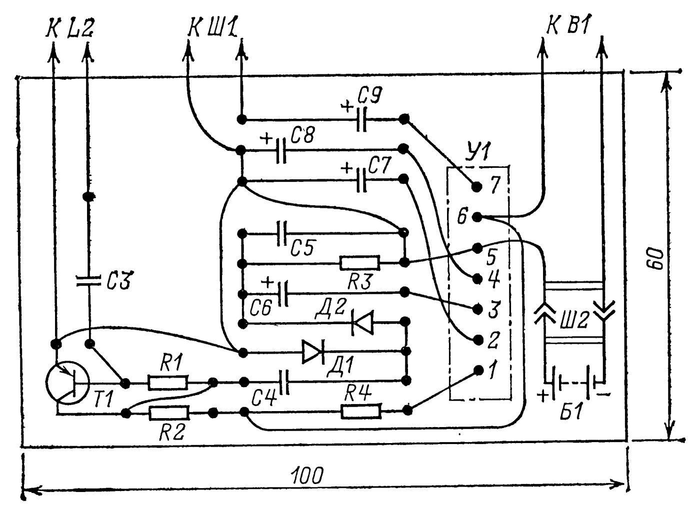


Рис. 31. Схема соединений деталей на плате приемника

Если радиовещательные станции находятся от места приема на значительном расстоянии и громкость звучания телефонов недостаточна, следует подключить к приемнику наружную антенну. В том же случае, когда громкость большая, антенной может служить отрезок провода длиной 1—2 м. Можно также уменьшить емкость конденсатора *С1* или число витков катушки связи *L2*.

Границы диапазона волн, перекрываемого контуром приемника, можно изменять в некоторых пределах подбором конденсатора *С2*: с увеличением его емкости диапазон смещается в сторону более длинных волн, и наоборот.

С катушкой РРС входной контур приемника перекрывает длинноволновый диапазон от 2000 до 750 м (150—400 кГц). Для приема радиостанций диапазона СВ нужно уменьшить число витков катушки на 145 витков, а катушка связи *L2* должна содержать 5 витков провода ПЭЛШО 0,19. Емкость конденсатора *С1* следует уменьшить до 47 пФ, а конденсатор *С2* — до 75 пФ.

После налаживания приемника его панель помещают в футляр, который можно покрасить или оклеить декоративной синтетической пленкой.

РАДИОПРИЕМНИК НА МИКРОСХЕМАХ

Интегральная микросхема — это сравнительно небольшой блок, внутри которого находятся элементы электронного устройства: усилители НЧ или ВЧ, усилитель постоянного тока, триггер и т. д. Никакого налаживания микросхема не требует: электронное устройство начинает работать сразу после подачи питания. Объем микросхемы в десятки раз меньше объема аналогичного устройства, собранного из обычных (дискретных) деталей.

Первое практическое знакомство с микросхемами можно начать с постройки простейшего приемника, работающего в диапазоне СВ. Передачи прослушивают на ушной микротелефон ТМ-2.

В описываемом приемнике работают две микросхемы К1УС181Д (К118УН1Д). Микросхема этой серии (рис. 32) — двухкаскадный усилитель с непосред-

ственной связью между каскадами и стабилизацией режима работы по постоянному току. Нагрузкой транзистора *T1* первого каскада является резистор *R1*, но для получения от каскада большего усиления последовательно с ним можно включать и резистор *R3*. Чаще же всего резистор *R3* выполняет роль элемента развязывающего *RC*-фильтра, и тогда между выводами *11* и *14* включают конденсатор. Напряжение питания подают в любом случае на выводы *7* и *14*.

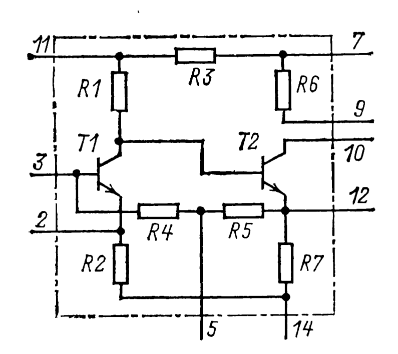


Рис. 32. Микросхема К1УС181Д

Рис. 33. Схема приемника на микросхеме К1УС181Д

Нагрузкой транзистора *T2* микросхемы может быть резистор *R6* (соединяют выводы *9* и *10*) или внешняя нагрузка, например высокочастотный дроссель или обмотка трансформатора.

Резисторы *R2*, *R4*, *R5*, *R7* определяют режимы работы усилителя. Чтобы можно было подключать к ним внешние детали и в зависимости от назначения усилителя изменять режим работы транзисторов, микросхема имеет выводы *2*, *5*, *12*. При работе, например, в режиме усиления колебаний высокой частоты номиналы внешних деталей будут одни, а при работе усилителя в низкочастотном тракте — другие.

Принципиальная схема приемника с использованием в нем микросхем К1УС181Д показана на рис. 33. Принятый магнитной антенной *Ан1* и выделенный контуром *L1C1* сигнал радиостанции подается через катушку связи *L2* и конденсатор *C2* на вход (вывод *3*) микросхемы *МС1*. Чтобы входное сопротивление микросхемы было возможно большим, первый каскад ее работает с обратной связью по переменному току (вывод *2* не зашунтирован конденсатором). В то же время, для повышения коэффициента усиления микросхемы полностью устранена отрицательная обратная связь по переменному току между каскадами (выводы *5* и *12* зашунтированы конденсаторами *C3* и *C4*).

С выхода микросхемы (соединенные вместе выводы *9* и *10*) сигнал *ВЧ* поступает через конденсатор *C5* на детектор, диоды *Д1* и *Д2* которого включены по схеме умножения напряжения. Нагрузкой детектора служит резистор *R1*, конденсатор *C6* шунтирует его по высокой частоте. С нагрузки детектора сигнал звуковой частоты поступает через конденсатор *C7* на вход микросхемы *МС2*. Для повышения коэффициента усиления здесь устранена обратная связь по переменному току между каскадами (к выводу *5* подключен электролитический конденсатор *C8*) и, кроме того, замкнут накоротко эмиттерный резистор транзистора первого каскада микросхемы (соединены выводы *2* и *14*).

Усиленный микросхемой сигнал низкой частоты снимается с ее вывода *12* и подается через конденсатор *C9* и разъем *Ш1* на головной телефон *Тф1*. При этом транзистор второго каскада микросхемы оказывается включенным как эмиттерный повторитель, что позволяет лучше согласовать выход микросхемы со сравнительно низкоомным телефоном ТМ-2 (его сопротивление постоянному току равно 65 Ом). Если же прослушивать передачи на высокоомные головные телефоны ТОН-1 или ТОН-2, их следует подключать через конденсатор

С9 к соединенным вместе выводам *9* и *10* микросхемы. Звучание высокоомных телефонов в этом случае будет несколько громче.

Приемник питается от батареи *Б1* напряжением 9 В («Крона») и потребляет ток не более 5 мА.

Вместо микросхемы К1УС181Д можно применить К1УС181Б, но тогда напряжение питания должно быть не более 6 В (например, пять последовательно соединенных аккумуляторов Д-0,1). Работоспособность приемника с этими микросхемами сохранится и при напряжении источника питания 4,5 В (батарея 3336Л или четыре последовательно соединенных элементов 316 или 332).

В приемнике можно также использовать микросхемы серии К122. От микросхем серии К118 они отличаются лишь внешним видом (похожи на обычные транзисторы) и иной системой выводов. При питании от источника напряжением 9 В следует использовать микросхемы К1УС221Д, а при напряжении 4,5—6 В микросхемы К1УС221Б.

Катушка *L1* контура магнитной антенны, намотанная на ферритовом стержне марки 600НН диаметром 8 и длиной 80 мм, содержит 170 витков провода ПЭВ-1 0,15, уложенных одним слоем виток к витку, а катушка *L2*—20 витков такого же провода, намотанного на бумажном кольце шириной 8 мм, которое с небольшим трением должно перемещаться по стержню.

Конденсатор переменной емкости *С1* малогабаритный, с максимальной емкостью не менее 350 пФ. Подойдет и двухсекционный конденсатор с меньшим диапазоном изменения емкости, например от приемника «Селга-404», если соединить его секции параллельно.

Конденсаторы *С2*—*С6*—БМ-2, *С7*—*С9*—К50-3, К50-6. Диоды *Д1* и *Д2* могут быть серии *Д2* или *Д9* с любым буквенным индексом. Резистор *R1*—МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25.

Монтаж деталей приемника на плате, выпиленной из листового текстолита, показан на рис. 34. Магнитную антенну, конденсатор настройки батарею пи-

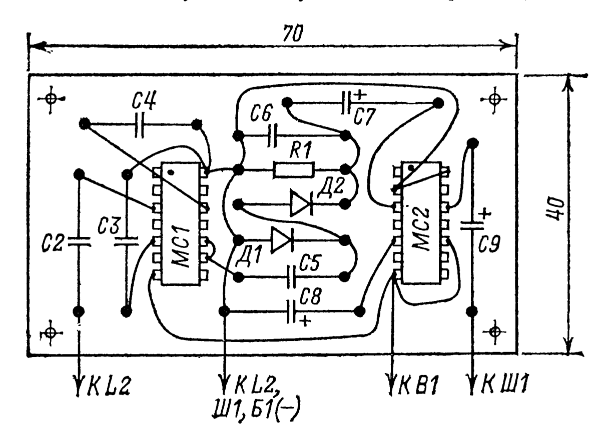


Рис. 34. Схема соединений деталей на плате

тания, выключатель и разъем для микротелефона устанавливают на корпусе приемника. Плату располагают над конденсатором переменной емкости, предварительно припаяв к ней проводники, идущие к другим деталям приемника. Для подключения батареи к ее выводам припаивают проводники в изоляции. Но лучше использовать соединительную колодку негодной батареи «Крона», которая с колодкой питающей батареи образует разъем.

При правильно выполненном монтаже приемник начинает работать сразу после включения питания. Настроив его на какую-либо радиостанцию, перемещением катушки связи *L2* по ферритовому стержню добиваются максимальной громкости звучания телефона. Если приемник возбуждается, надо поменять местами выводы катушки *L2*. Громкость приема можно изменять ориентацией приемника относительно радиостанции.

РАДИОПРИЕМНИК С ПОВЫШЕННОЙ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ

Принципиальная схема этого приемника показана на рис. 35. В нем работают интегральные микросхемы серий К118 и К224 и четыре транзистора. Такой «симбиоз» объясняется тем, что многим радиолюбителям пока еще недоступны микросхемы, предназначаемые для работы в выходном каскаде уси-

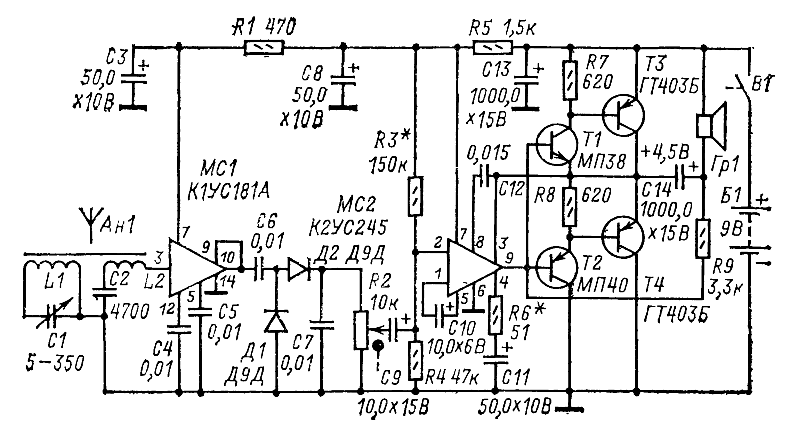


Рис. 35. Схема приемника с повышенной выходной мощностью

лителя НЧ. Поэтому приходится собирать выходные каскады на транзисторах. Приемник может работать в диапазоне СВ и ДВ. Его выходная мощность около 0,5 Вт. Потребляемый ток от источника питания в режиме молчания не превышает 8 мА.

Прием сигналов радиостанций осуществляется на магнитную антенну *Ан1*. Колебательный контур состоит из катушки *L1* и конденсатора переменной емкости *C1*. Через катушку связи *L2* выделенный контуром сигнал поступает на вход микросхемы *МС1*, а с ее выхода через конденсатор *C6* к детектору. Нагрузкой детектора является переменный резистор *R2*, а фильтром — конденсатор *C7*. С движка переменного резистора сигнал низкой частоты поступает через конденсатор *C9* на вход микросхемы *МС2*.

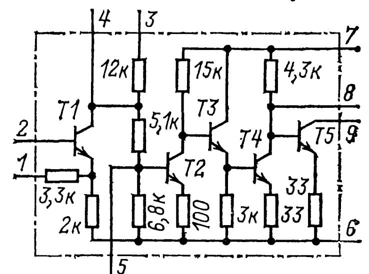


Рис. 36. Микросхема К2УС245

Микросхема К2УС245 (рис. 36) — это пятикаскадный предварительный усилитель НЧ, рассчитанный на совместную работу с бестрансформаторным выходным каскадом. Транзисторы первого и третьего каскадов — эмиттерные повторители, транзисторы остальных каскадов включены по схеме с общим эмиттером. Входное сопротивление микросхемы не менее 15 кОм, коэффициент усиления не менее 140. Работоспособность микросхемы сохраняется при изменении напряжения питания от 5,4 до 12 В.

Низкочастотный сигнал от детектора поступает через входной вывод *2* микросхемы на базу ее первого транзистора. Смещение на базу этого транзистора подается с делителя *R3R4*. Связь между первым и вторым каскадами осуществляется через конденсатор *C10*, включенный между выводами *1* и *5*. Положительное напряжение питания на транзисторы второго, третьего и четвертого каскадов поступает через развязывающий фильтр *R5C8* и вывод *7*. Коллекторный ток транзистора пятого каскада проходит через головку *Гр1* и резистор *R9*, являющийся нагрузкой этого каскада.

С выхода микросхемы сигнал НЧ поступает на предоконечный фазоинвертирующий каскад, выполненный на транзисторах *T1* и *T2* разной структуры.

Выходной двухтактный каскад усиления мощности собран на транзисторах *Т3* и *Т4*. Его нагрузкой является головка *Гр1*, подключенная к нему через конденсатор *С14*. С выхода усилителя через вывод *3* микросхемы на коллектор транзистора первого каскада вместе с напряжением питания подается напряжение отрицательной обратной связи по переменному току. Она обеспечивает равномерность частотной характеристики усилителя и устраняет искажения типа «ступенька». К выводу *4* микросхемы подключена цепочка *R6C11*, позволяющая изменять глубину отрицательной обратной связи с увеличением сопротивления резистора *R6* она становится более глубокой уменьшаются нелинейные искажения, расширяется полоса усиливаемых частот но коэффициент усиления уменьшается.

Транзистор входного каскада микросхемы обеспечивает стабилизацию режима всего тракта усиления НЧ. Любое изменение напряжения источника питания вызывает изменение коллекторного тока этого транзистора и, следовательно, изменение напряжения смещения на базе транзистора второго каскада Поскольку все последующие каскады связаны между собой непосредственно изменяется и выходное напряжение, что приводит к изменению напряжения на выводе *3* микросхемы, а значит, к восстановлению первоначального значения напряжения на коллекторе транзистора первого каскада и смещения на базе транзистора второго каскада.

Напряжение питания на микросхему *МС1* подается через фильтр *R1C3* предотвращающий самовозбуждение приемника.

Данные катушек *L1* и *L2* для диапазона СВ такие же, как аналогичных катушек предыдущего приемника. Для диапазона ДВ катушка *L1* должна содержать 250 витков провода ПЭВ-1 0,15—0,2, намотанного виток к витку, а катушка *L2*—25—30 витков такого же провода намотанного на подвижном бумажном кольце.

Постоянные резисторы — МЛТ-0,125, переменный резистор *R1*—СП3-12а или другой, совмещенный с выключателем питания *В1*. Электролитические конденсаторы К50-6, остальные — постоянные конденсаторы любого типа. Динамическая головка *Гр1* мощностью не менее 1 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 4—6 Ом. Источник питания *Б1* — две последовательно соединенные батареи 3336Л или шесть элементов 343, 373 (с батареей из элементов 373 продолжительность непрерывной работы приемника увеличивается в несколько раз).

Детали приемника смонтированы на плате размерами 55×130 мм, выполненной из текстолита (можно гетинакса) толщиной 1,5 мм. Размещение и соединения деталей на плате показаны на рис. 37. Радиаторы выходным транзисторам не нужны, хотя они будут несколько нагреваться.

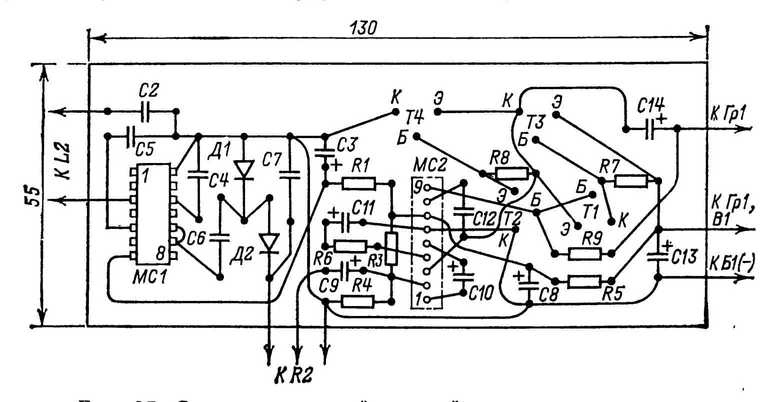


Рис. 37. Схема соединений деталей приемника на плате

Выходную мощность усилителя приемника можно увеличить до 2 Вт, если приемник питать от источника напряжением 12 В. В этом случае радиаторы для выходных транзисторов просто необходимы, иначе они могут выйти из строя

Магнитную антенну, конденсатор переменной емкости, регулятор громкости, головку, источник питания и, конечно, монтажную плату размещают в корпусе подходящих размеров. Магнитная антенна должна располагаться горизонтально.

Налаживание приемника сводится в основном к установке в точке симметрии выходного каскада (или на выводе *3* микросхемы *МС2*) напряжения, равного половине напряжения источника питания. Делают это подбором резистора *R3*. Высокочастотная часть в налаживании не нуждается (если, конечно, исправны детали и они соединены точно по схеме). Настроившись на какую-либо радиостанцию, прослушивают звучание головки. Если громкость большая даже в положении движка переменного резистора *R2* вблизи нижнего по схеме вывода, то следует увеличить глубину отрицательной обратной связи в усилителе подбором резистора *R6* (заменяют резистором большего сопротивления). Громкость можно также уменьшить удалением катушки *L2* от катушки *L1* контура магнитной антенны.

Аналогичный приемник можно построить и на транзисторах, например, по схеме, приведенной на рис. 38. В его усилителе ВЧ работают транзисторы *T1* и *T2*. Сигнал с выхода усилителя поступает на детектор, выполненный на ди-

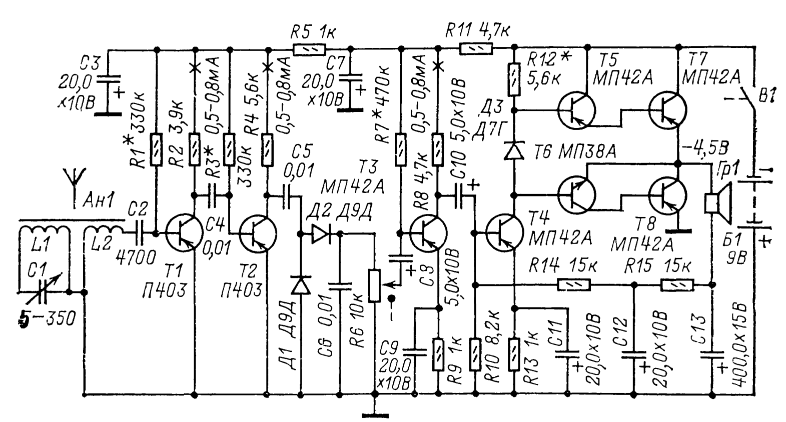


Рис. 38. Схема приемника на обычных транзисторах

одах *Д1* и *Д2*, а с его нагрузочного резистора *R6*, являющегося одновременно и регулятором громкости, — на вход трехкаскадного усилителя НЧ. В первом каскаде усилителя НЧ работает транзистор *T3*, включенный по схеме с общим эмиттером. Смещение на его базу подается через резистор *R7*, а нагрузкой каскада служит резистор *R8*. Через конденсатор *C10* усиленный низкочастотный сигнал поступает на базу транзистора *T4* второго каскада, с нагрузки этого каскада к двухтактному усилителю мощности, собранному на транзисторах *T5—T8*, нагруженному на динамическую головку *Гр1*. Резисторы *R14*, *R15* и конденсатор *C12* образуют цепь отрицательной обратной связи по постоянному току, которая охватывает два последних каскада усилителя и стабилизирует режим их работы. Для устранения обратной связи по переменному току включен конденсатор *C12*.

Транзисторы *T1*, *T2* могут быть П401—П403, П416 с возможно большим коэффициентом $h_{21э}$. Транзисторы *T3—T5*, *T7*, *T8* любые маломощные низкочастотные, структуры *p-n-p*, с коэффициентом $h_{21э}$ не менее 30. Транзистор *T6* также низкочастотный, но структуры *n-p-n*.

Головка *Гр1* — 1ГД-9, 1ГД-18 или другая мощностью 1—2 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 5—10 Ом.

Электролитические конденсаторы могут быть К50-6, К50-3, ЭТО. Постоянные конденсаторы — типов КЛС, КСО, БМ, МБМ. Постоянные резисторы МЛТ-0,125, переменный — ТКД (совмещенный с выключателем питания *B1*).

Налаживание приемника начинают с усилителя НЧ. Сначала миллиамперметром измеряют ток в коллекторной цепи транзистора *Т3* и, если нужно, устанавливают его подбором резистора *R7*. Затем между верхним по схеме выводом головки *Гр1* и общим плюсовым проводником цепи питания включают вольтметр на 5—6 В и подбором резистора *R12* устанавливают в точке симметрии выходного каскада напряжение 4,2—4,8 В.

Далее проверяют ток в коллекторной цепи транзисторов *Т1* и *Т2* и при необходимости устанавливают его подбором резисторов *R1* для транзистора *Т1* и *R3* для транзистора *Т2*.

Заключительный этап — проверка тока, потребляемого приемником в режиме молчания (миллиамперметр включают параллельно разомкнутым контактам выключателя питания). Он должен быть не более 8 мА. Такой ток устанавливают подбором резистора *R12*. При настройке на радиостанцию и максимальной громкости приема потребляемый ток возрастает до 60—80 мА.

ПРИЕМНИК-ПРИСТАВКА К МАГНИТОФОНУ

В любом магнитофоне есть несколько входов, рассчитанных на различные источники звуковой информации. Наиболее чувствителен микрофонный вход. Если к нему подключить даже детекторный приемник, на магнитную ленту можно будет записывать интересные передачи. Качество звучания при этом, конечно, будет невысоким из-за сравнительно большого уровня помех и посредственной селективности приемника. Лучшие результаты получатся, если сигнал радиостанции усилить.

Схема одной из таких приставок для магнитофона приведена на рис. 39. Это двухкаскадный усилитель ВЧ с детекторным каскадом. Прием ведется на

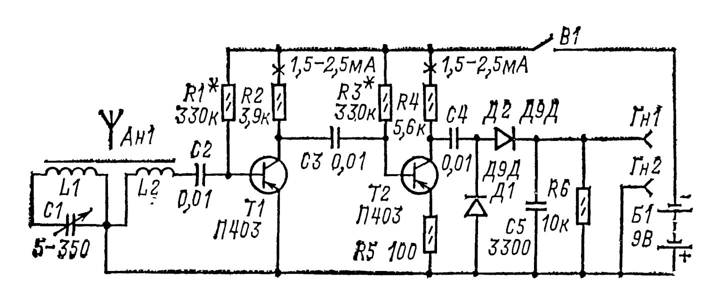


Рис. 39. Схема радиоприемной приставки к магнитофону

магнитную антенну *Ан1*. В целом же приставка аналогична высокочастотной части предыдущего приемника (см. рис. 38), только во втором каскаде введена отрицательная обратная связь по постоянному и переменному токам (резистор *R5*), что повышает стабильность работы каскада. С нагрузки детектора (резистора *R6*) сигнал звуковой частоты подводится к выходным гнездам *Гн1* и *Гн2*. Через них приставку соединяют со входом усилителя магнитофона.

Транзисторы П403 можно заменить на П403А, П401, П416 и другие высокочастотные транзисторы со статическим коэффициентом передачи тока не менее 30. Диоды *Д1* и *Д2* любые из серий Д2, Д9.

Данные других деталей, в том числе и магнитной антенны, такие же, как в предыдущем приемнике. Налаживают приставку так же, как высокочастотный тракт приемника прямого усиления. Конструкция приставки произвольная Источником питания служит «Крона» или аккумуляторная батарея 7Д-0,1. Потребляемый ток не превышает 5 мА.

После настройки гнезда *Гн1* и *Гн2* приставки соединяют с микрофонным входом и ведут запись. Если уровень громкости слишком большой, кабель магнитофона переключают на вход *Звукосниматель* или *Радио*. Если магнитная антенна не обеспечивает достаточной громкости приема сигналов радиостанции,

к контуру приставки подключают комнатную или наружную антенну через конденсатор емкостью 10—20 пФ. Можно, кроме того, подключить и заземление — провод, соединенный с водопроводной трубой.

Схема другого варианта приемника-приставки к магнитофону, в которой работает полевой транзистор, изображена на рис. 40. Колебательный контур образуют катушка индуктивности *L1* и последовательно соединенные конденсатор *C1* и емкость антенны, подключаемой к зажиму *Ан1*. Настройка контура

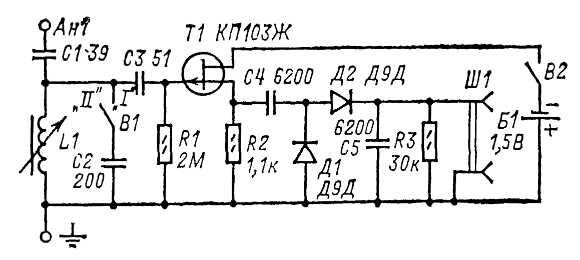


Рис. 40. Схема радиоприставки к магнитофону на полевом транзисторе

осуществляется изменением индуктивности катушки. При подключении конденсатора *C2* (переключателем *B1*) частота контура уменьшается, и приемник работает в диапазоне более длинных волн.

Высокочастотный сигнал с контура поступает через конденсатор *C3* на затвор полевого транзистора *T1*, включенного по схеме истокового повторителя. Начальное напряжение смещения на затворе транзистора создается падением напряжения на резисторе *R2* протекающим через него током.

Включение полевого транзистора по схеме истокового повторителя необходимо для согласования большого сопротивления источника сигнала со сравнительно небольшим сопротивлением нагрузки каскада. Казалось бы, при таком использовании полевого транзистора никакого усиления сигнала не должно быть. Однако это не так. При использовании биполярного транзистора, обладающего сравнительно небольшим входным сопротивлением, на его базу подают через катушку связи лишь незначительную часть сигнала с контура. В итоге сигнал на выходе транзисторного усилителя незначительно отличается от сигнала на самом контуре. Полевой же транзистор обладает очень большим входным сопротивлением. И именно благодаря этому контур можно полностью подключать непосредственно ко входу каскада на полевом транзисторе. Значит, на истоковом резисторе *R2* получается сигнал, примерно равный сигналу на самом контуре. Результат получается такой же, как при использовании биполярного транзистора, но при более простом техническом решении.

С резистора *R2* сигнал поступает через конденсатор *C4* к детектору, а с его нагрузочного резистора *R3* — на вход усилителя магнитофона.

Чувствительность такой приемной приставки небольшая, поэтому для ее нормальной работы необходимы наружная антенна (или хорошая комнатная) и заземление. Повысить уровень низкочастотного сигнала на выходе приставки можно, используя для ее питания не элемент (1,5 В), а батарею напряжением 4,5 В. При напряжении источника питания 1,5 В (один элемент 332) ток, потребляемый приемником, около 0,6 мА, при напряжении 4,5 В (батарея 3336Л) — не более 0,8 мА. Когда переключатель *B1* находится в положении «II» (контакты разомкнуты), контур перекрывает диапазон частот 255—650 кГц, т. е. часть длинноволнового диапазона и ту часть средневолнового, где работает радиостанция «Маяк». При установке переключателя в положение «I» (контакты замкнуты), приставка перекрывает диапазон частот 150—380 кГц, т. е. почти весь длинноволновый.

Транзистор КП103Ж можно заменить полевым транзистором этой же серии с любым буквенным индексом, а диоды Д9Д — любыми из серий Д2, Д9. Зажимы для подключения антенны и заземления, переключатель *B1*, выключатель *B2* и двухгнездная колодка *Ш1* могут быть любых конструкций.

Детали приемника можно смонтировать в небольшом корпусе со съемной верхней или нижней крышкой. На передней его стенке крепят переключатель поддиапазонов, выключатель питания, катушку РРС, на задней — зажимы для подключения антенны и заземления, двухгнездную колодку. Источник питания размещают внутри корпуса.

Приемник-приставка не требует налаживания. Только для уверенности в работоспособности транзистора желательно измерить падение напряжения на резисторе *R2*. В зависимости от используемого транзистора оно может быть от 0,5 до 1 В.

Подключив к приставке антенну, заземление и соединив ее со входом усилителя магнитофона, вращением ручки катушки РРС приставку настраивают на радиостанцию. Уровень сигнала НЧ контролируют по индикатору уровня записи магнитофона. Если сигнал достаточно сильный и приходится значительно уменьшать усиление магнитофона, сигнал приставки целесообразнее подать на вход магнитофона, предназначенный для записи от звукоснимателя или радиотрансляционной сети. Если же уровень сигнала настолько сильный, что появляются искажения, следует ослабить связь контура с антенной, заменив конденсатор C1 конденсатором емкостью 10—15 пФ.

Хотя обе приставки предназначены для магнитофона, их можно подключать к другим достаточно чувствительным усилителям НЧ, например, телевизора, электрофона или использовать в самодельной транзисторной радиоле.

ЛАМПОВЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

Несмотря на то, что главенствующее место в радиолюбительской литературе занимают описания транзисторных конструкций, электронные лампы еще не утратили своего значения. Предлагаем два варианта доступных для повторения радиоприемников на электронных лампах.

Принципиальная схема первого приемника показана на рис. 41. Это двухламповый приемник прямого усилителя 0-V-3 с питанием от сети переменного

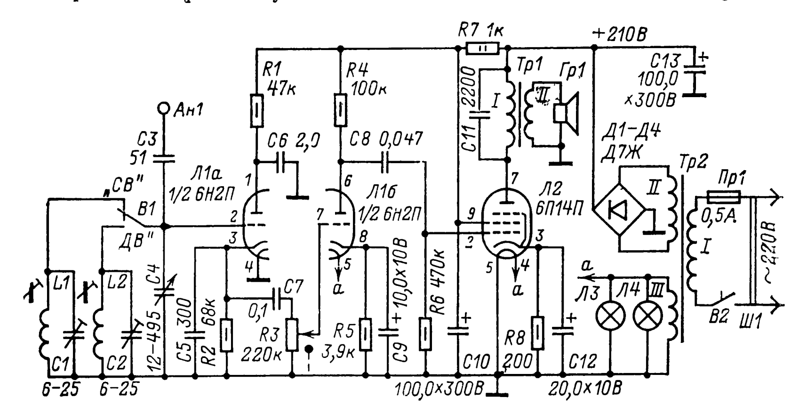


Рис. 41. Схема двухлампового приемника

тока. Лампа 6Н2П комбинированная — двойной триод. Приемник рассчитан на работу в диапазоне длинных и средних волн. Его выходная мощность около 1 Вт, а мощность, потребляемая им от сети, не превышает 20 Вт.

Сигнал ВЧ из антенны, подключенной к зажиму *Ан1*, через конденсатор *C3* поступает на колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности *L1* или *L2* (в зависимости от положения подвижного контакта переключателя *В1*), подстроечного конденсатора *C1* или *C2* и конденсатора переменной емкости *C4*. Выделенный контуром сигнал поступает на управляющую сетку левого (по схеме) триод лампы *Л1*, работающего в режиме катодного детектирования. Применение такого детектора позволяет повысить входное сопротивление каскада и обойтись без усилителя ВЧ.

С резистора *R2*, являющегося нагрузкой катодного детектора, сигнал НЧ поступает через конденсатор *C7* на переменный резистор *R3*, выполняющий роль регулятора громкости. С движка резистора сигнал поступает далее на вход первого каскада усилителя НЧ, собранного на правом триоде лампы *Л1*. Смещение на управляющей сетке этого триода создается автоматически за счет падения напряжения на катодном резисторе *R5*. Чтобы этот резистор не влиял на усиление каскада, он зашунтирован по переменной составляющей конденсатором С9 сравнительно большой емкости.

С резистора *R4* (нагрузки каскада) усиленный сигнал подается через конденсатор *C8* на управляющую сетку однотактного выходного каскада, собранного на пентоде 6П14П (*Л2*). Резистор *R8* — резистор автоматического смещения. Падение напряжения на нем через резистор *R6* подается на управляющую сетку пентода. Динамическая головка *Гр1* включается в анодную цепь лампы выходного каскада через трансформатор *Тр1*. Для «срезания» высших частот усиливаемого сигнала, создающих неприятный оттенок звучания, первичная обмотка выходного трансформатора зашунтирована конденсатором *C11*.

Приемник питается от двухполупериодного выпрямителя на диодах *Д1* — *Д4*, включенных по мостовой схеме. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором *C13*. Напряжение на экранную сетку выходной лампы и на аноды триодов лампы *Л1* подается через фильтр *R7C10*, предотвращающий возможное самовозбуждение приемника из-за взаимных связей между каскадами через общий источник питания.

Нити накала ламп питаются напряжением обмотки *III* трансформатора питания *Тр2*. От этой же обмотки питаются и лампы *Л3*, *Л4* подсвета шкалы приемника.

Катушки *L1* и *L2* могут быть готовыми, например катушки входных контуров любого лампового приемника. На каркасах таких контуров обычно две катушки — контурная и катушка связи с антенной. В описываемом приемнике следует использовать только контурные катушки (катушки связи можно удалить). Катушка L1 средневолновая, а L2 длинноволновая.

Такие катушки можно намотать на четырехсекционных унифицированных каркасах внешним диаметром 7 мм и высотой 22 мм с подстроечными сердечниками из феррита 600НН. Катушка *L1* должна содержать 130 витков провода ПЭВ-1 0,08, *L2*—430 витков такого же провода.

Подстроечные конденсаторы *C1* и *C2* типа КПК-М. Подойдут и КПК-1 с изменением емкости от 8 до 30 пФ. Конденсатор *C4* односекционный с наибольшей емкостью 495 пФ. Можно использовать сдвоенный блок КПЕ, но включить только одну секцию. Конденсаторы *C3, C5, C11* — КСО, *C8*—БМ, МБМ, *C6* — КБГ на номинальное напряжение не менее 160 В. Электролитические конденсаторы могут быть любых типов, но на номинальные напряжения не ниже указанных на схеме.

Переменный резистор *R3* — ТКД или другой, но желательно спаренный с выключателем питания *В2*. Резистор *R7* — МЛТ-2, остальные постоянные резисторы — МЛТ-0,5.

В выпрямителе кроме диодов Д7Ж можно использовать плоскостные диоды серий Д205, Д209—Д211, Д226Б или другие, рассчитанные на выпрямленный ток не менее 100 мА и обратное напряжение не ниже 400 В. Лампы *Л3* и *Л4* — на напряжение 6,3 В (МН6,3-0,3).

Трансформатор *Тр1* — выходной трансформатор от сетевого лампового приемника или телевизора с однотактным выходным каскадом (например, от телевизора «Рубин») или унифицированный трансформатор ТВЗ. В крайнем случае он может быть самодельным. Для этого потребуется магнитопровод сечением 2,5—3 см^2, например, собранный из пластин Ш16, толщина набора 16 мм. Обмотка *I* должна содержать 2500 витков провода ПЭВ-1 0,12, обмотка *II* — 90 витков провода ПЭВ-1 0,45. В первичной обмотке через каждые 500 витков нужно делать изолирующие прокладки из одного-двух слоев конденсаторной бумаги. Между первичной и вторичными обмотками прокладывают три-четыре слоя такой бумаги и еще слой лакоткани.

Головка *Гр1* мощностью 1—2 Вт, например 1ГД-18, 1ГД-28, 2ГД-3, 2ГД-8.

Трансформатор питания *Тр2* может быть как готовым, так и самодельным. При подборе трансформатора следует помнить, что на обмотке *II* переменное напряжение должно быть 190—200 В, а на обмотке *III* — 6,3 В при токе потребления 1,5—2 А. Из готовых трансформаторов наиболее подходят трансформаторы от радиол «Рекорд-62», «Рекорд-66», «Рекорд-68», «Сириус». Самодельный трансформатор выполняют на магнитопроводе Ш22×40. Для сети напряжением 220 В обмотка *I* должна содержать 1040 витков провода ПЭВ-1 0,25 (для сети напряжением 127 В 600 витков провода ПЭВ-1 0,3), обмотка *II* — 900 витков ПЭВ-1 0,2, обмотка *III* — 35 витков ПЭВ-1 0,9.

Детали приемника монтируют на П-образном шасси (рис. 42,*а*) из листового дюралюминия. На горизонтальной панели шасси крепят все крупные детали, а снизу располагают контурные катушки с подстроечными конденсато-

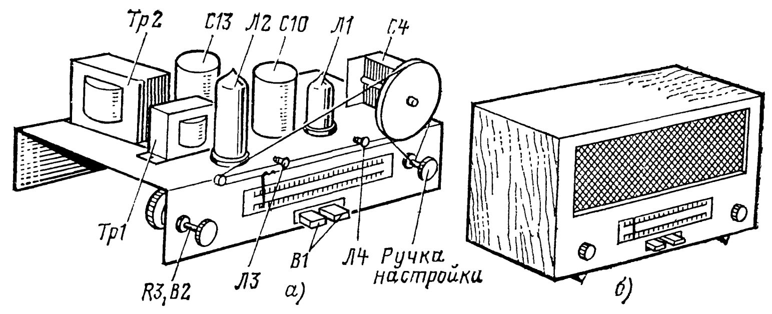


Рис. 42. Двухламповый приемник

рами (вблизи переключателя *В1*), диоды выпрямителя и другие детали. Предохранитель может быть на задней стенке шасси. Там же находится и зажим для подключения антенны.

Если при монтаже транзисторных конструкций детали стараются разместить на общей плате, здесь к этому стремиться не следует: это не только усложнит конструкцию, но и может привести к паразитным связям между цепями и к самовозбуждению приемника. Проще припаивать детали непосредственно к лепесткам ламповых панелей, к выводам других деталей или устанавливать на шасси переходные монтажные стойки с контактными лепестками. Полезно, кроме того, к шасси в нескольких местах прикрепить земляные лепестки. Тогда, например, конденсатор *С5* и резистор *R2* можно будет впаять непосредственно между контактным выводом *3* панели лампы *Л1* и земляным лепестком. Аналогично монтируют резисторы *R5*, *R6*, *R8*. Резисторы *R1* и *R4* хорошо расположить между плюсовым выводом конденсатора *С10* и соответствующим выводом панели лампы *Л1*. Резистор *R7* припаивают к плюсовым выводам конденсаторов *С10* и *С13*. Выпрямительные диоды можно смонтировать на изоляционной планке или припаять их к выводам монтажных стоек.

На ось конденсатора переменной емкости *С4* нужно надеть и закрепить шкив с двумя канавками, проточенными по окружности. По одной канавке проходит тросик (рыболовная леска), соединяющий шкив с простейшим верньером, по другой — тросик, перемещающий указательную стрелку шкалы приемника. Шкалу с делениями частот ДВ и СВ диапазонов прикрепляют к передней стенке шасси, а над ней устанавливают лампочки подсвета.

Шасси приемника устанавливают в корпусе (рис. 42,*б*), который может быть как самодельным, так и готовым, от какого-нибудь промышленного приемника. К передней стенке корпуса крепят акустическую доску с динамической головкой, обтянутую неплотной материей, а лучше радиотканью. Выводы головки соединяют с выходным трансформатором проводами достаточной длины (на случай налаживания или ремонта приемника при выдвинутом из корпуса шасси).

Проверка и налаживание приемника — самый ответственный этап, от которого зависит вся дальнейшая работа конструкции. Поэтому не следует спе-

шить сразу же после включения «ловить» радиостанции. Прежде всего нужно убедиться в том, что на приемник подано напряжение и цепи накала ламп смонтированы правильно. Об этом будут свидетельствовать светящиеся нити накала электронных ламп и лампы подсвета шкалы. Затем следует подключить вольтметр постоянного тока параллельно конденсатору *C13* и измерить выпрямленное напряжение. Оно в зависимости от используемого трансформатора должно составлять 200—210 В. Если напряжение значительно больше, нужно ввести дополнительную ячейку *RC*-фильтра: в разрыв провода между конденсатором *C13* и резистором *R7* включить резистор МЛТ-2,0, а между правым (по схеме) выводом резистора *R7* и шасси — электролитический конденсатор емкостью 100 мкФ на номинальное напряжение 300 В. Резистор следует подобрать так, чтобы напряжение на дополнительном конденсаторе не превышало 210 В.

Чтобы убедиться в работоспособности усилителя НЧ, достаточно установить движок переменного резистора *R3* в верхнее по схеме положение и дотронуться пинцетом до верхнего вывода этого резистора. В головке при этом должен появиться звук низкого тона, громкость которого можно регулировать резистором *R3*.

Настраивать приемник лучше всего с помощью генератора ВЧ. Его подключают к зажиму *Ан1* приемника. Сначала переключатель *В1* устанавливают в положение «СВ», а конденсатор *C4* в положение максимальной емкости. На генераторе устанавливают частоту 525 кГц, выходное напряжение 100 мВ и включают модуляцию. Вращением сердечника контурной катушки *L1* добиваются максимальной громкости звучания головки. По мере подстройки контура на частоту генератора выходное напряжение генератора уменьшают, чтобы не перегружалась головка. Затем конденсатор *C4* переводят в положение минимальной емкости, а частоту генератора устанавливают равной 1600 кГц. Подстройку контура на эту частоту осуществляют конденсатором *C1*, пользуясь отверткой, выточенной из изоляционного материала. Затем вновь перестраивают контур приемника на начало диапазона и проверяют его частоту. Возможно, она несколько изменится, тогда контур еще раз подстраивают сердечником катушки. После этого проверяют верхнюю границу диапазона. Повторив эту операцию несколько раз, надо добиться точной настройки приемника на заданный диапазон.

Аналогично настраивают приемник и при включении диапазона ДВ, для этого устанавливают на генераторе вначале частоту 150 кГц, а затем 408 кГц.

При отсутствии генератора ВЧ настройку контуров приемника можно осуществить по образцовому (промышленному) радиовещательному приемнику. Для этого образцовый приемник настраивают на мощную радиостанцию в начале диапазона и устанавливают конденсатор настройки самодельного приемника примерно в такое же положение (по углу поворота или пропорционально положению стрелки на шкале) и вращением подстроечного сердечника контурной катушки добиваются максимальной громкости приема этой же радиостанции. Затем образцовый приемник перестраивают на одну из радиостанций конца диапазона, устанавливают в соответствующее положение стрелку на шкале настраиваемого приемника и подстроечным конденсатором добиваются максимальной громкости приема этой станции.

Следует заметить, что для нормальной работы приемника желательна наружная антенна, поднятая на высоту не менее 15 м от земли.

В приемник можно ввести регулятор тембра. Для этого между анодом правого триода лампы *Л1* и шасси надо включить цепочку из последовательно соединенных переменного резистора сопротивлением 100—200 кОм и конденсатора емкостью 0,01—0,02 мкФ. По мере уменьшения сопротивления введенной части переменного резистора будут сильнее ослабляться звуки высших частот.

Можно поступить иначе: заменить постоянный резистор *R6* переменным такого же номинала, подключить его крайние выводы к лепестку *2* панели лампы *Л2* и к шасси, а между его движком и выводом анода лампы (лепесток *7* панели) включить конденсатор емкостью 250—300 пФ. Получится универсальный регулятор тембра по высшим звуковым частотам. При перемещении движка резистора к сеточному выводу лампы высшие частоты звукового

диапазона будут усиливаться, а при перемещении к выводу, соединенному с шасси, — ослабляться.

Регулятор тембра можно разместить на задней стенке шасси.

Низкочастотный тракт приемника может быть использован для воспроизведения грамзаписи. Для этого на задней стенке шасси надо установить двухгнездную колодку для подключения звукоснимателя, одно из ее гнезд соединить с шасси, а другое — с верхним (по схеме) выводом резистора *R3*. Желательно использовать экранированный провод, металлическую оплетку которого заземляют.

Принципиальная схема второго приемника приведена на рис. 43. В нем работают две комбинированные лампы — пентод-триод *Л1* и триод-пентод *Л2*. В отличие от предыдущего, в этот приемник введен каскад усиления ВЧ, что улучшило его чувствительность и селективность. Его выходная мощность такая же — 1 Вт.

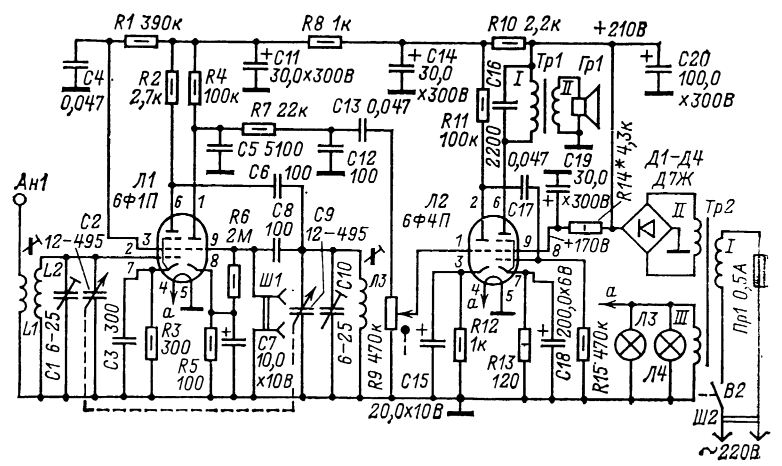


Рис. 43. Схема приемника на комбинированных лампах

В этом приемнике связь с антенной индуктивная с помощью катушки *L1*. Настраиваемый колебательный контур образуют катушка *L2* и конденсаторы *C1*, *C2*. Выделенный им сигнал подается на вход усилителя ВЧ, выполненного на пентодной части лампы 6Ф1П. Нагрузкой каскада является второй колебательный контур, состоящий из катушки *L3* и конденсаторов *C9*, *C10*. Постоянное напряжение на анод пентодной части лампы подается через резистор *R2*. Чтобы чувствительность приемника была наилучшей, резонансные частоты обоих контуров должны совпадать.

Со второго контура высокочастотный сигнал поступает на сеточный детектор, выполненный на триодной части лампы 6Ф1П. Выбор сеточного детектора объясняется тем, что он обладает большей чувствительностью, чем обычный диодный, и способен работать при малых напряжениях сигнала. Недостатком же сеточного детектора является значительное искажение сигнала при большой его амплитуде.

Нагрузкой детектора служит резистор *R6*, включенный между управляющей сеткой и катодом триода. Выделенный детектором низкочастотный сигнал усиливается этим же триодом. Триод, таким образом, выполняет две функции — детектора и усилителя. Его нагрузкой для сигналов звуковой частоты является резистор *R4*, а конденсатор *C5* шунтирует его по высокочастотной составляющей. Кроме того, в каскад введен фильтр *R7C12*, не только полностью избавляющий от высокочастотной составляющей, но и предотвращающий возможное возбуждение приемника на высших звуковых частотах.

Резистор *R9* — регулятор громкости. С его движка низкочастотный сигнал поступает на управляющую сетку триодной части лампы *Л2*. Резистор *R12* —

элемент автоматического смещения. Создающееся на нем падение напряжения постоянной составляющей анодной цепи через резистор *R9* подается на управляющую сетку триода.

С нагрузочного резистора *R11* этого каскада низкочастотный сигнал подается через конденсатор *С17* на управляющую сетку лампы выходного каскада, собранного на пентодной части лампы *Л2*. Напряжение смещения на управляющую сетку подается с резистора *R13* автоматического смещения. В анодной цепи пентода включена первичная обмотка выходного трансформатора *Тр1*, ко вторичной обмотке которого подключена головка *Гр1*.

Двухполупериодный выпрямитель блока питания собран на диодах *Д1 — Д4,* включенных по мостовой схеме. На анод пентода выходного каскада постоянное напряжение подается непосредственно с конденсатора *С20* фильтра выпрямителя (через обмотку *I* трансформатора *Тр1*), на его экранирующую сетку через фильтр *R14C19*, на анод триода этой же лампы — через фильтр *R10C14,* а на лампу *Л1* — через развязывающий фильтр *R8C11*. Такое обилие фильтров позволило значительно уменьшить фон переменного тока, обычно прослушиваемого в головке приемника, питающегося от сети.

Усилитель НЧ приемника позволяет воспроизводить грамзапись. Звукосниматель электропроигрывающего устройства подключают ко входу усилителя через разъем *Ш1*.

Детали приемника: переменный резистор *R9* — ТКД (с выключателем питания *В2*); *R13* и *R14* — МЛТ-1, остальные постоянные резисторы МЛТ-0,5. Конденсаторы *С2* и *С9* — двухсекционный блок КПЕ с максимальной емкостью 495 пФ. Конденсаторы *С3*, *С5*, *С6*, *С8*, *С12* — КСО, КТК, *С4*, *С13*, *С16*, *С17*, — БМ, МБМ, электролитические конденсаторы — любого типа на номинальные напряжения не меньше указанных на схеме.

Подстроечные конденсаторы, динамическая головка, выходной трансформатор и трансформатор блока питания аналогичны рекомендованным для первого приемника.

В приемнике используются катушки входной цепи любого лампового радиовещательного приемника. Поскольку он однодиапазонный, понадобятся катушки контура, рассчитанного на соответствующий диапазон, причем в отличие от предыдущего приемника обе катушки используются по прямому назначению: *L1* — катушка связи с антенной; *L2* — контурная. Во втором контуре используется только контурная катушка, а катушку связи удаляют. Подойдут и самодельные катушки, такие, как в первом приемнике. Но на один из каркасов рядом с контурной катушкой надо надеть бумажное кольцо с двумя щечками и намотать между щечками катушку связи, которая примерно должна содержать в 2,5 раза больше витков, чем контурная катушка. Катушку связи с небольшим трением можно передвигать по каркасу.

Детали этого приемника можно смонтировать на П-образном металлическом шасси и оформить внешне так же, как первый приемник. Напряжение на экранирующей сетке пентодной части лампы *Л2,* равное 170 В, устанавливают подбором резистора *R14*.

Качество работы усилителя НЧ приемника лучше всего проверять на воспроизведение грамзаписи. Если звукосниматель пьезоэлектрический, то параллельно ему подключают резистор сопротивлением 1 МОм. Это необходимо для того, чтобы на управляющей сетке триода создавалось отрицательное (по отношению к катоду) напряжение смещения. При среднем уровне громкости фон переменного тока в головке должен быть едва слышен. Если же он значительный, то прежде всего надо найти причину его появления. В таком случае надо сначала попробовать соединить управляющую сетку пентода лампы *Л2* с шасси. Если фон не исчезнет, причина его может быть в выпрямителе — возможно, придется увеличить емкость конденсатора *С20*, *С19*. После этого движок переменного резистора *R9* следует установить в положение минимальной громкости. Если фон останется, значит надо увеличить емкость конденсатора *С14* фильтра *R10C14* или заменить резистор *R10* другим, большего сопротивления (но не более 3,3 кОм).

Причиной фона могут быть и наводки в цепях управляющих сеток ламп. Следует внимательно просмотреть монтаж и заменить длинные проводники,

соединяющие управляющие сетки ламп с деталями приемника экранированными проводами.

Налаживание приемника начинают с детектора каскада. Выход генератора ВЧ подключают через конденсатор емкостью 100—150 пФ к аноду пентода лампы *Л1*. Генератор настраивают на частоту начала диапазона приемника (СВ на частоту 525 кГц, ДВ на 150 кГц). Вращением сердечника катушки *L3* добиваются максимальной громкости звука в головке. Затем генератор перестраивают на частоту конца диапазона (СВ на 1600 кГц, ДВ на 408 кГц) и настраивают контур приемника на эту частоту подстроечным конденсатором *С10*. Вполне понятно, что в первом случае блок КПЕ должен быть в положении максимальной емкости, а во втором — минимальной. После этого блок КПЕ устанавливают в положение настройки в начале диапазона; выход генератора, настроенного на эту же частоту, подключают к входному зажиму приемника и подстроечным сердечником входного контура добиваются максимальной громкости звука в головке. Так осуществляется сопряжение контуров в начале диапазона. Сопряжение настроек контуров в конце диапазона достигается подстроечным конденсатором *С1*.

При хорошем сопряжении настроек контуров их резонансные частоты должны изменяться одинаково во всем диапазоне. Практически же это не получается, и в некоторых участках диапазона частоты контуров различаются. От этого уменьшается чувствительность приемника, и тем значительнее, чем больше расхождение в частотах.

Если генератора ВЧ нет, сопряжение настроек контуров и подгонку границ диапазона производят с помощью контрольного радиовещательного приемника способом, аналогичным описанному. В этом случае антенну подключают сначала к аноду пентода лампы *Л1* и настраивают второй контур. Затем, не изменяя положения ручки блока КПЕ, антенну подключают к зажиму *Ан1* и настраивают входной контур по максимальной громкости радиоприема.

КОНВЕРТЕРЫ

Описанные приемники прямого усиления рассчитаны на прием радиовещательных станций диапазонов ДВ и СВ. Можно ли приспособить их для приема станций диапазона КВ? Можно, если построить несложную приставку к ним — конвертер. Слово «конвертер» латинского происхождения, означает перевертывать, превращать, преобразовывать. Принцип работы конвертера схож с принципом работы преобразователя частоты супергетеродинного приемника. Он так же имеет смеситель, гетеродин, входной и выходной контуры (рис. 44). Промежуточная частота конвертера иная, перестройка на частоты принимаемых радиостанций производится в небольших пределах. Конвертер, подключенный к антенному гнезду приемника прямого усиления, позволяет слушать передачи коротковолновых радиостанций не во всем диапазоне, а только в его наиболее насыщенном радиостанциями участке. Вот почему так происходит.

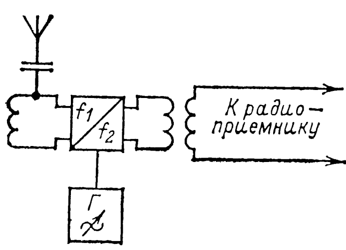


Рис. 44. Структурная схема конвертера

Промежуточной частотой конвертера является частота одного из участков диапазона приемника. Обычно для этих целей принимают частоту 1,2 МГц, которая соответствует длине волны 250 м в диапазоне СВ. На эту частоту настраивают выходной контур конвертера. Входной контур настраивают на выбранный поддиапазон диапазона КВ. Это могут быть участки диапазона 25, 31, 41, 49 м и др. Из них участок 25 м наиболее насыщен радиостанциями. На него обычно и рассчитывают конвертеры.

Все радиостанции участка 25 м занимают полосу частот около 0,4 МГц (400 кГц). Конвертер должен пропускать всю эту полосу частот, иначе приемник будет реагировать на сигналы только части радиостанций. Зависит

это в основном от настройки и полосы пропускания выходного контура конвертера.

Принцип приема радиостанции выбранного поддиапазона КВ иллюстрируют графики, приведенные на рис. 45. На первом графике (рис. 45,*а*) показано расположение частот гетеродина конвертера по отношению к частотам ра-

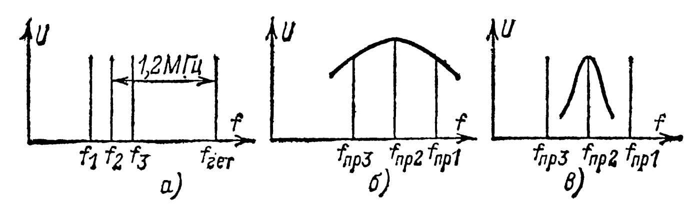


Рис. 45. Принцип работы конвертера

диостанций. Возьмем только три радиостанции. Две из них имеют частоты на краю поддиапазона f_1 и f_3, третья — в середине f_2. Частоту гетеродина конвертера $f_{гет}$ устанавливают такой, чтобы разность $f_{гет} - f_2$ соответствовала промежуточной частоте 1,2 МГц. Разность частоты гетеродина по отношению к крайним частотам f_1 и f_3 будет другим значением промежуточной частоты.

На графике на рис. 45,*б* показана характеристика выходного контура конвертера. Поскольку его резонансная частота 1,2 МГц, то напряжение промежуточной частоты от средней радиостанции будет максимальным, а от остальных — несколько меньше.

На графике на рис. 45,*в* показана полоса пропускания приемника. В данном случае приемник настроен на частоту $f_{пр\,2}$, поэтому будет принимать передачу средней радиостанции. Для приема программ других радиостанций нужно перестроить приемник на другую частоту. Например, при настройке на частоту $f_{пр\,1}$ будет приниматься первая радиостанция, а на $f_{пр\,3}$ — третья. Таким образом, приемник будет перестраиваться в диапазоне СВ, а принимать будет радиостанции диапазона КВ.

Можно поступить и так: установить частоту входного контура приемника 1,2 МГц (длина волны 250 м), а настраиваться на радиостанцию изменением частоты гетеродина конвертера. Этот способ хотя и позволяет несколько повысить чувствительность приемника (за счет максимальной амплитуды сигнала промежуточной частоты для каждой радиостанции), но дает меньшую точность настройки на радиостанции.

Можно избрать и другой, более оптимальный режим: грубую настройку осуществлять конвертером, а точную — настройкой входного контура приемника.

Приведем несколько конкретных конструкций конвертеров.

Конвертер на лампе 6И1П (рис. 46). Электронная лампа 6И1П комбинированная: в ее баллоне две самостоятельные лампы—триод и гептод. Поэтому ее называют триод-гептодом. Такие лампы работают в преобразователях частоты некоторых сетевых супергетеродинов, в телевизорах.

Из антенны сигнал ВЧ поступает через конденсатор *C1* на катушку связи *L1* и индуцирует в контурной катушке *L2* напряжение такой же частоты. Резонансная частота контура определяется индуктивностью его катушки и емкостью подстроечного конденсатора *C2*. В нашем случае резонансная частота контура должна быть 12 МГц (длина волны 25 м).

С входного контура *L2C2* сигнал ВЧ поступает через конденсатор *C3* на управляющую сетку гептода. Отрицательное напряжение смещения на нее подается с резистора *R3* автоматического смещения через резистор *R2*. Напряжение питания на экранирующую сетку подается через резистор *R1*. По переменному напряжению она через конденсатор *C4* соединена с шасси. В анодную цепь гептода включен контур, состоящий из катушки *L3* и конденсатора *C5*. При подаче на управляющую сетку высокочастотных колебаний через контур потечет переменный ток такой же частоты.

В гетеродине конвертера работает триодная часть лампы. Генерация возникает благодаря положительной обратной связи между анодной и сеточ-

ной цепями триода. Колебательный контур гетеродина, настраиваемый на определенную частоту (в нашем случае на частоту, превышающую частоту принимаемой радиостанции на промежуточную), образуют катушка *L5* и конденсаторы *C8—C10*. Через конденсатор *C7* колебательный контур подключен к управляющей сетке триода. Катушка *L6*, индуктивно связанная с контурной,— катушка обратной связи. Выводы катушек должны быть включены точно по схеме, иначе генерация не возникнет.

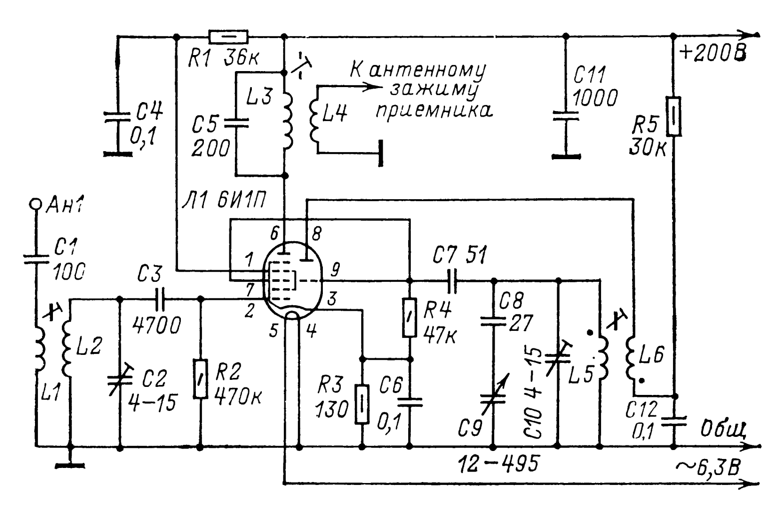


Рис. 46. Схема конвертера на лампе 6И1П

Изменение частоты гетеродина осуществляется конденсатором переменной емкости *C9*. Конденсатор *C10* «растягивает» участок диапазона на весь угол поворота ручки конденсатора настройки.

Для возникновения генерации начальное напряжение смещения на управляющей сетке (относительно катода) должно быть равно нулю, поэтому сетка через резистор *R4* соединена с катодом. При возникновении генерации напряжение смещения на ней создается падением напряжения на резисторе *R4*, вызываемого сеточным током. Этот резистор во многом определяет устойчивость работы гетеродина.

Напряжение на анод триода подается через резистор *R5* и катушку обратной связи *L6*. По высокой частоте эта цепь соединена с шасси через конденсатор *C12*.

С сетки триода электрические колебания гетеродина поступают на третью (гетеродинную) сетку гептода. При этом в анодной цепи гептода происходит смешение принимаемой частоты и частоты гетеродина. Контур же *L3C5* в анодной цепи настроен на выбранную промежуточную частоту и выделяет в основном колебания этой частоты $f_{пр}=f_{гет}-f_c$. Через катушку *L4*, индуктивно связанную с катушкой *L3*, сигнал промежуточной частоты подается на вход приемника. Таким образом, на вход радиоприемника поступит сигнал более низкой, промежуточной частоты, который и несет в себе информацию, передаваемую радиостанцией.

Приемник, работающий с таким конвертером, должен быть настроен на частоту, близкую 1,6 МГц (примерно 187 м в диапазоне СВ). Основная же настройка на радиостанции производится конденсатором переменной емкости гетеродинного контура конвертера.

Для контура промежуточной частоты лучше всего использовать броневой сердечник СБ-1. На каркас, помещаемый с чашечный сердечник, наматывают сначала катушку *L3* — 32 витка провода ПЭВ-1 0,31, а поверх нее катушку связи *L4* — 15 витков провода ПЭВ-1 0,25. Можно также использовать сердеч-

ник СБ-3. В этом случае катушка *L3* должна содержать 50 витков провода ПЭВ-1 0,31, а катушка *L4*—25 витков провода ПЭВ-1 0,25.

Для катушек входного и гетеродинного контура надо использовать полистироловые каркасы диаметром 7 мм и высотой 25 мм с ферритовыми подстроечными сердечниками. Подойдут каркасы коротковолновых катушек от приемников «Сакта», «Фестиваль», «Ригонда». Катушка *L1* должна содержать 6, *L2*—13, *L5*—11 и *L6*—6 витков провода ПЭВ-1 0,41. Если использовать каркасы контуров ПЧ телевизоров (диаметр 9 мм, высота 35 мм с подстроечными ферритовыми сердечниками), например телевизора «Старт», катушка *L1* должна содержать 12, *L2*—25, *L5*—22, *L6*—10 витков провода ПЭВ-1 0,51.

Подстроечные конденсаторы *C2* и *C10* типа КПК, конденсатор переменной емкости *C9* любой конструкции. Конденсаторы *C5*, *C7* и *C11* типа КСО-1 или КСО-2 на номинальное напряжение не ниже 250 В. Конденсатор *C5* припаивают непосредственно к выводам катушки *L3*. Остальные конденсаторы могут быть любого типа.

Детали конвертера монтируют на П-образном металлическом шасси размерами 100×100×40 мм. Сверху на шасси укрепляют ламповую панель, катушки, конденсатор переменной емкости и подстроечные конденсаторы. На ось конденсатора переменной емкости насаживают шкив и соединяют его тросиком с ручкой настройки, закрепленной на передней стенке шасси. Остальные детали монтируют в подвале шасси. Длина соединительных проводников между деталями должна быть минимальной, иначе конвертер будет нестабильно работать и даже возбуждаться. Для подключения катушек индуктивности желательно использовать посеребренный провод диаметром не менее 0,5 мм.

Питается конвертер от того же радиоприемника, с которым он будет работать. Проще всего это можно сделать с помощью переходной колодки (рис. 47), состоящей из двух ламповых панелей, жестко скрепленных между собой. В верхнюю панель вставляют выходную лампу приемника (например, лампу 6П14П приемника по схеме на рис. 41), а нижнюю панель, к лепесткам которой припаяны контактные штырьки, — в панель приемника, предназначенную для этой лампы. Контакты верхней и нижней панелей соединяют между собой монтажным проводом. От контактного лепестка экранирующей сетки выходной лампы (для лампы 6П14П контакт *9*) делают отвод изолированным проводом длиной 10—15 см и соединяют его с проводом высоковольтной цепи питания конвертера (+200 В). Два других проводника, соединенных с контактными лепестками цепи накала (для 6П14П контакты *4* и *5*), будут проводниками цепи питания нити накала лампы конвертера. Один из них (общий) соединяют с шасси.

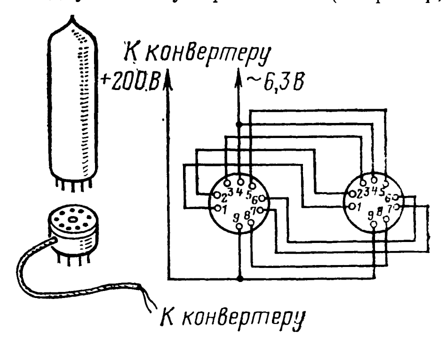


Рис. 47. Переходная колодка для подключения конвертера к приемнику

Если блок питания приемника маломощный, то для питания лампы конвертера лучше собрать самостоятельный выпрямитель. Он должен давать постоянное напряжение около 200 В при токе потребления до 15 мА и переменное напряжение 6,3 В.

Налаживать конвертер лучше всего с помощью генератора ВЧ и лампового или транзисторного вольтметра. Но хороших результатов можно добиться и без измерительных приборов. Делают это так. Выход конвертера соединяют с антенным зажимом приемника, а внешнюю антенну (наружную или комнатную) — непосредственно с выводом управляющей сетки гептодной части лампы конвертера. Приемник настраивают на частоту 1,6 МГц (около 187 м диапазона СВ). При вращении ручки конденсатора настройки конвертера из одного крайнего положения в другое в головке приемника должна прослушиваться работа различных радиостанций. Если этого нет (что может быть из-за отсутствия генерации гетеродина), то проверяют правильность включе-

ния катушек гетеродина, и, если ошибка, меняют местами выводы одной из них. Может случиться, что станции будут слышны только в каком-то одном из крайних положений ручки настройки. В этом случае надо ротор подстроечного конденсатора и ферритовый сердечник катушки контура гетеродина установить в такое положение, при котором крайние радиостанции участка диапазона КВ отстояли примерно на равном расстоянии от крайних положений ручки конденсатора переменной емкости конвертера.

После этого точнее подстраивают контур промежуточной частоты *L3C5*. Для этого конвертер настраивают на слабо слышимую радиостанцию и подстроечным сердечником катушки *L3* добиваются максимальной громкости приема этой станции. Если для наибольшей громкости сердечник приходится ввинчивать до конца или вывинчивать совсем, то следует заменить конденсатор *C5:* его емкость должна быть такой, чтобы максимальная громкость получалась в среднем положении сердечника.

Входной контур *L2C2* можно настраивать также по слабо слышимой радиостанции. Для этого внешнюю антенну подключают к зажиму *Ан1* конвертера и подстроечным конденсатором *C2* и ферритовым сердечником катушки *L1* добиваются максимальной громкости приема этой станции.

На этом настройка конвертера заканчивается. Чтобы отключить конвертер, достаточно отсоединить от приемника его выход, а внешнюю антенну подключить к соответствующему ей зажиму (или гнезду) приемника.

Транзисторный конвертер (рис. 48). Предназначен для совместной работы с транзисторным приемником. Никаких электрических соединений делать не

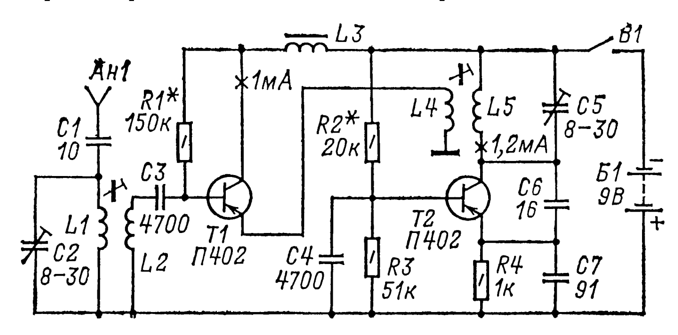


Рис. 48. Схема транзисторного конвертера. Нижний вывод катушки *L4* соединяется с плюсом батареи *Б1*

требуется — достаточно расположить конвертер рядом с приемником. Конвертер рассчитан на прием радиостанций, работающих в поддиапазоне 25 м.

Сигнал радиостанции, на частоту которой настроен входной контур *L1C2*, через катушку связи *L2* и конденсатор *C3* поступает на базу транзистора *T1* смесительного каскада. Сигнал гетеродина подается в эмиттерную цепь этого транзистора через катушку *L4*, индуктивно связанную с контуром гетеродина. Контур в коллекторной цепи транзистора, состоящий из катушки *L3* и ее собственной емкости, выделяет сигнал промежуточной частоты, который и улавливает магнитная антенна приемника.

Колебательный контур гетеродина образуют катушка *L5* и подстроечный конденсатор *C5*. Конденсатор *C6*, включенный между коллектором и эмиттером транзистора *T2*, создает положительную обратную связь, необходимую для возбуждения гетеродина. Необходимое напряжение смещения на базе транзистора снимается с делителя *R2R3*. Такой способ подачи напряжения смещения повышает устойчивость работы гетеродина при изменении окружающей температуры. По высокой частоте база соединена с общим проводом через конденсатор *C4*.

Питается конвертер от батареи *Б1* напряжением 9 В.

Для хорошей работы конвертера в нем должны использоваться только высокочастотные транзисторы, например П402, П403, П416, П417 с коэффициентом передачи тока не менее 40.

Для катушек индуктивности нужны два каркаса из изоляционного материала диаметром 7 мм и высотой 18 мм с подстроечными ферритовыми сердечниками и провод ПЭВ-1 0,1. У самого основания одного из каркасов наматывают катушку *L1* (9 витков), а отступя от нее на 1—2 мм — катушку *L2* (2 витка). Витки катушек закрепляют нитками или клеем. Индуктивность катушки *L1* должна быть 4,2 мкГн (подгоняют подстроечным сердечником).

Аналогично наматывают и катушки гетеродина. Катушка *L5,* намотанная у основания каркаса, должна содержать 11 витков (ее индуктивность 3,3 мкГн также подгоняют подстроечным сердечником), а *L4*—3 витка. Катушку *L3* наматывают на плоском ферритовом стержне размерами 125×16×4 мм. Она должна содержать 80 витков провода ПЭЛШО 0,1—0,2, уложенных на стержень виток к витку.

Подстроечные конденсаторы — КПК-1, конденсаторы *С3* и *С4* — КДС или другие малогабаритные емкостью 3300—6800 пФ. Остальные конденсаторы могут быть типа КТК, КТМ.

Источник питания — батарея «Крона» или аккумуляторная батарея 7Д-0,1. Но конвертер можно питать и от батареи приемника, что значительно уменьшает габариты конвертера.

Антенной служит отрезок провода длиной 1—1,5 м. Иногда радиолюбители приспосабливают конвертер к переносному приемнику и размещают его детали внутри корпуса приемника. В таком случае к корпусу приемника можно прикрепить выдвижную телескопическую антенну.

Расположение деталей конвертера на монтажной плате (ее размеры зависят от габаритов имеющихся деталей) и компоновка его с приемником показаны на рис. 49. Плоский ферритовый стержень с намотанной на нем катушкой *L3* размещают рядом с платой.

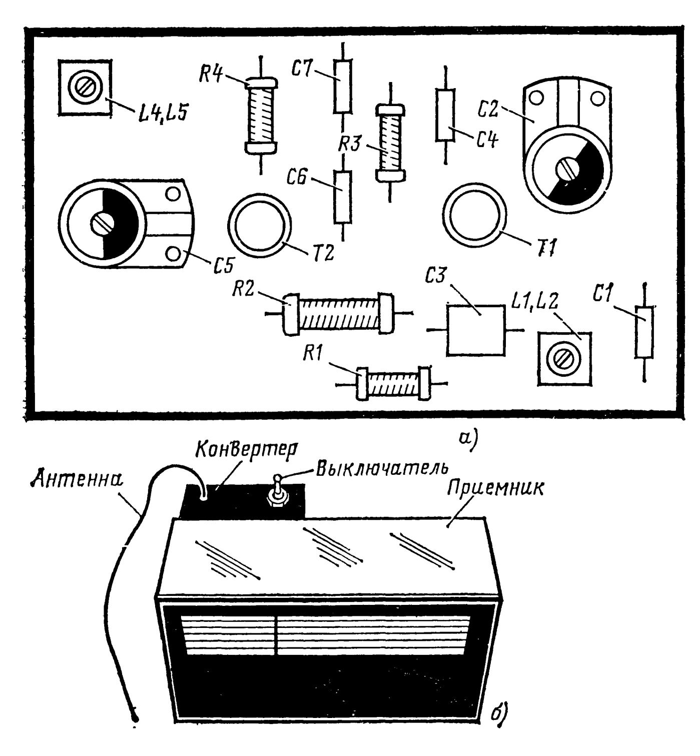


Рис. 49. Транзисторный конвертер

Налаживание конвертера начинают с тщательной проверки монтажа. Ток коллекторной цепи транзистора *T2*, равный 1—1,2 мА, устанавливают подбором резистора *R2*, коллекторный ток транзистора *T1* (0,8—1 мА) — подбором резистора *R1*. Затем к базе транзистора *T1* через конденсатор емкостью 10—15 пФ подключают наружную антенну. Конденсатор *C3* временно отключают от базы транзистора. Конвертер со стороны катушки *L3* вплотную подносят к магнитной антенне приемника (рис. 49, *б*), настроенного на длину волны 250 м (частота 1,2 МГц), и, вращая отверткой из изоляционного материала (текстолит, оргстекло) ротор подстроечного конденсатора *C5*, добиваются приема сигналов радиостанций. Ротор этого конденсатора устанавливают в такое положение, чтобы при расстройке приемника в обе стороны от волны 250 м была слышна примерно половина радиостанций поддиапазона 25 м. Если только подстроечным конденсатором этого сделать не удается, то изменяют индуктивность катушки гетеродина подстроечным сердечником или параллельно подстроечному подключают конденсатор емкостью 10—15 пФ.

После этого восстанавливают соединение конденсатора *C3* с базой транзистора *T1*, антенну подключают к гнезду *Ан1*, настраивают приемник на слабо слышимую радиостанцию и подстроечным конденсатором *C2* и сердечником катушки *L1* входного контура добиваются максимальной громкости сигналов этой станции. В случае необходимости можно подключить постоянный конденсатор параллельно подстроечному *C2*. Иногда повысить громкость удается подключением параллельно катушке *L3* конденсатора, емкость которого подбирают экспериментально.

УСИЛИТЕЛИ НЧ И ПЕРЕГОВОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

НЕМНОГО О КАЧЕСТВЕ ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Сравнивая работу так называемого карманного приемника и стационарного радиовещательного приемника, легко заметить различие в качестве воспроизводимого ими звука. Малогабаритный корпус приемника не позволяет получить громкое и качественное звучание. Сравнительно большой корпус переносного или настольного приемника позволяет улучшить воспроизведение высших и низших частот звукового диапазона. Но даже очень хороший корпус еще не выход из положения — звук все равно окажется неестественным. Объясняется это просто.

Слушая концерт в театральном зале, ощущаешь расположение инструментов в оркестре, перемещение артиста по сцене: потому что воспринимается как прямой звук со сцены, так и отраженный от стен, потолка, пола. Отраженный звук приходит позже прямого, и это запаздывание улавливается на слух. Так бывает при низших частотах звуковых колебаний. При высших частотах различается разница в силе звука, приходящего к левому и правому уху (так называемый бинауральный эффект). В результате создается впечатление объемности звука, ощущение пространства.

Но «чувство» оркестра пропадает, когда тот же концерт слушаешь по радио. Объемность звучания исчезает. Причиной тому является одноканальная передача радиосигналов. В зале, где идет концерт, находится микрофон, улавливающий как прямые, так и отраженные сигналы. Микрофон реагирует только на силу приходящих к нему колебаний независимо от их направления. Он как бы смешивает все воспринятые сигналы, преобразует их в электрические и направляет к передатчику радиостанции. От антенны передатчика радиоволны доносят эти сигналы до приемника, и головка громкоговорителя преобразует их в звук.

Если в концертном зале поставить несколько микрофонов, каждый из которых соединить со своим передатчиком, а дома подобным образом расставить столько же радиоприемников, настроенных каждый на свой передатчик, то можно получить естественную передачу звучания оркестра. В этом случае звучание отдельных инструментов будет передаваться по своему каналу, и радиослушатель легко представит себе расположение инструментов на сцене, он будет как бы присутствовать в зале.

Конечно, таких радиопередач нет. Даже удвоение числа каналов было бы равносильно увеличению вдвое числа работающих радиостанций. А эфир и без того «заселен» очень плотно. Зато в диапазоне УКВ ведутся двухканальные стереофонические передачи. Но собрать приемник, который бы позволил прослушивать стереофонические передачи, — дело, посильное только опытному радиолюбителю.

Однако есть другие пути повышения качества звуковоспроизведения — конструирование усилителей, позволяющих добиться эффекта, близкого к стереофоническому даже при приеме обычной радиовещательной станции, или усилителей с раздельным воспроизведением звука по двум каналам — высших и низших частот.

Кроме того, многим радиолюбителям, даже начинающим, под силу собрать усилитель для воспроизведения стереофонической грамзаписи. Об этом и пойдет разговор в этом разделе книги. Начнем с транзисторных конструкций.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Усилитель, схема которого приведена на рис. 50, можно использовать для самых различных целей — воспроизведения грамзаписи, усиления сигналов с датчика электрогитары, работы с динамическим микрофоном. Полоса усиливаемых частот 40—15 000 Гц, выходная мощность 5 Вт.

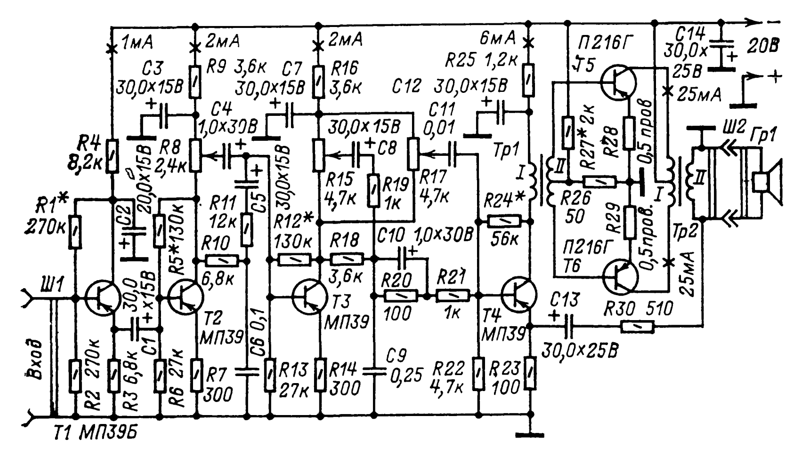


Рис. 50. Схема универсального усилителя

Усилитель пятикаскадный. Первый каскад собран на транзисторе *T1*, включенном эмиттерным повторителем. Смещение на базу транзистора подается с делителя напряжения, образованного резисторами *R1* и *R2*. Питание на коллектор подается через фильтр *R4C2*. Выбор транзистора МП39Б для этого каскада объясняется тем, что он обладает меньшими собственными шумами по сравнению с другими транзисторами подобных серий.

С нагрузки *R3* первого каскада сигнал поступает через конденсатор *C1* на базу транзистора *T2* следующего каскада, включенного по схеме с общим эмиттером. Смещение на его базу снимается с делителя *R5R6*, эмиттерный резистор *R7* стабилизирует режим работы транзистора. Роль нагрузки этого каскада выполняет переменный резистор *R8*, являющийся одновременно и регулятором громкости.

В монофонических усилителях НЧ обычно переменным резистором равномерно изменяют громкость всей полосы пропускания усилителя. При малом уровне громкости в таких усилителях ощущается недостаточность некоторых

звуковых частот. Это объясняется особенностью нашего уха, имеющего неравномерную характеристику восприятия звуков различной громкости. Учитывая эту особенность органа слуха, в высококачественных усилителях используют регуляторы с компенсацией, позволяющие изменять частотную характеристику усилителя при изменении громкости звука. Обычно компенсация осуществляется за счет подключения к отводу регулятора громкости *RC*-цепочки. В описываемом же усилителе применен обычный переменный резистор, а компенсация осуществляется резисторами *R10, R11* и конденсаторами *C6, C5.*

Сигнал с компенсированного регулятора громкости поступает на базу транзистора *T3* третьего каскада, аналогичного предыдущему. Нагрузкой служат параллельно соединенные переменные резисторы *R15* и *R17*. Это регуляторы тембра. С движка каждого из резисторов сигнал подается на «свой» фильтр, рассчитанный на пропускание к транзистору четвертого (согласующего) каскада вполне определенной полосы частот. Резистором *R15* регулируют тембр звука по низшим, а резистором *R17* — по высшим частотам.

Нагрузкой транзистора *T4* согласующего каскада служит трансформатор *Тр1*. Напряжение смещения на базу этого транзистора снимается с делителя *R24R22*.

Каскады на транзисторах *T2—T4* охвачены местными отрицательными обратными связями по току (их эмиттерные резисторы *R7, R14* и *R23* не зашунтированы конденсаторами). При недостаточном усилении один из этих резисторов (или все) можно зашунтировать конденсатором емкостью 50—100 мкФ.

Выходной каскад собран по двухтактной схеме на мощных низкочастотных транзисторах. Напряжения звуковой частоты на их базы подаются в противофазе с соответствующих им половин вторичной обмотки трансформатора *Тр1*. Начальное напряжение смещения подается с делителя *R27R26*.

Трансформатор *Тр2* первичной обмоткой включен в коллекторные цепи выходных транзисторов. Его вторичная обмотка рассчитана на подключение нагрузки сопротивлением 6—8 Ом. Это может быть одна головка мощностью 4—5 Вт, две таких головки, соединенные последовательно или группа головок, соединенных между собой так, чтобы их общее сопротивление не превышало 8—10 Ом.

Согласующий и выходной каскады охвачены отрицательной обратной связью, напряжение которой снимается со вторичной обмотки трансформатора и подается через цепочку *R30C13* в цепь эмиттера транзистора *T4*.

Для предупреждения самовозбуждения усилителя каждый каскад предварительного усиления питается через соответствующий ему развязывающий фильтр *R9C3, R16C7, R25C12.*

Коэффициент $h_{21Э}$ транзистора МП39Б (*T1*) не менее 30, транзисторов МП39—МП42 (*T2—T4*) 30—50. Транзисторы *T5, T6* серии П216 с любым буквенным индексом. Для улучшения теплоотвода их нужно установить на радиаторы — металлические пластины размерами 40×50 мм и толщиной 2 мм.

Конденсаторы и резисторы могут быть любого типа, но желательно малогабаритные. Для резисторов *R28* и *R29* используют провод с высоким удельным сопротивлением (манганин, константан, нихром). Отрезок провода сопротивлением 0,5 Ом (измеряют омметром) наматывают на корпус резистора ВС или МЛТ сопротивлением не менее 1 кОм.

Трансформатор *Тр1* наматывают на магнитопроводе Ш10×14. Обмотка *I* должна содержать 2200 витков провода ПЭВ-1 0,08, обмотка *II* — 800 витков провода ПЭВ-1 0,12 с отводом от среднего витка. Трансформатор *Тр2* наматывают на магнитопроводе Ш14×14 проводом ПЭВ-1 0,5. Обмотка *I* — 420 витков с отводом от середины, обмотка *II* — 90 витков.

Для питания усилителя нужен источник напряжением 20 В, рассчитанный на ток потребления до 1 А. Лучше всего использовать выпрямитель переменного тока. Он должен обладать малым выходным сопротивлением, иначе при большой громкости напряжение будет резко уменьшаться (в связи с увеличением потребляемого тока) и появятся искажения.

Схема возможного варианта сетевого блока питания приведена на рис. 51. Это двухполупериодный выпрямитель на мощных диодах, включенных по мос-

товой схеме. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются фильтром *С16Др1С15*. Качество фильтрации во многом зависит от конденсаторов фильтра: чем больше емкость, тем лучше фильтрация и меньше фон переменного тока.

Трансформатор питания, рассчитанный на напряжения сети 220 и 127 В, можно намотать на магнитопроводе Ш20×30. Обмотка *Iа* — 1270 витков провода ПЭВ-1 0,3, обмотка *Iб* — 930 витков ПЭВ-1, 0,26, обмотка *II* — 200 витков ПЭВ-1 0,7.

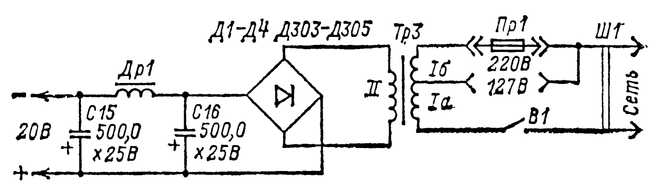


Рис. 51. Схема выпрямителя

Для дросселя фильтра *Др1* потребуется магнитопровод Ш20×20. Обмотка — намотанный до заполнения каркаса провод ПЭВ-1 1,2—1,4. Пластины магнитопровода собирают встык с зазором 0,1—0,2 мм.

Детали усилителя можно смонтировать на плате размерами примерно 180× ×90 мм, выпиленной из листового стеклотекстолита или гетинакса (рис. 52). Вместе с выпрямителем ее размещают в корпусе подходящих размеров. Входной *Ш1* и выходной *Ш2* разъемы размещают на задней стенке корпуса.

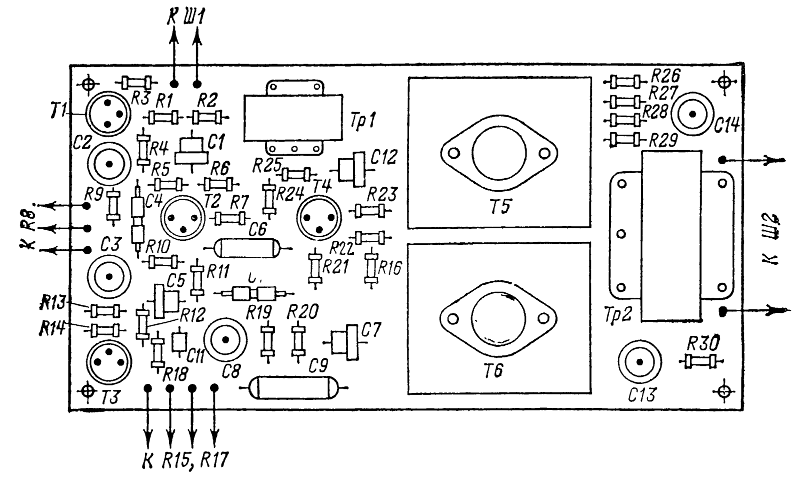


Рис. 52. Размещение деталей высококачественного усилителя на плате

Перед налаживанием усилителя тщательно сверяют монтаж с принципиальной схемой. Затем разрывают цепь *R30C13* отрицательной обратной связи (отпаяв, например, резистор от вторичной обмотки выходного трансформатора) и, включив питание, измеряют ток коллекторной цепи одного из выходных транзисторов. Подбором резистора *R27* устанавливают ток в этой цепи, равный 25 мА. Такой ток должен быть и в цепи коллектора другого транзистора. Если ток значительно отличается, то подбирают другой транзистор, иначе будут заметные на слух искажения.

Следующий этап — проверка и, если надо, корректировка режимов работы транзисторов *Т1—Т4*. Рекомендуемый коллекторный ток транзистора *Т4* (6 мА) подгоняют подбором резистора *R24*, транзистора *Т3* (2 мА) — резистора *R12*, транзистора *Т2* (2 мА) — резистора *R5*, транзистора *Т1* (1 мА) — резистора *R1*.

Затем на вход усилителя подают сигнал от звукоснимателя. Переменным резистором *R8* устанавливают громкость звуковоспроизведения, при которой предполагается в дальнейшем эксплуатировать усилитель. Возникающие при этом искажения звука, ощутимые на слух, укажут на различие параметров выходных транзисторов. В таком случае надо так подобрать сопротивления резисторов *R28* и *R29*, чтобы их суммарное сопротивление не превышало 1 Ом. Некоторого снижения искажений добиваются дополнительным подбором резистора *R24*.

После этого можно включить цепь *R30C13* обратной связи. Не исключено, что усилитель при этом возбудится, что укажет на наличие положительной, а не отрицательной обратной связи. В таком случае выводы вторичной обмотки выходного трансформатора надо поменять местами.

Первые три каскада усиления в налаживании не нуждаются, так как они охвачены сильными отрицательными обратными связями и разброс параметров транзисторов практически не сказывается на работе усилителя.

СТЕРЕОФОНИЯ — НА ГОЛОВНЫЕ ТЕЛЕФОНЫ

Первым шагом на пути знакомства со стереофонией может быть прослушивание стереофонической грамзаписи на головные телефоны. Головные телефоны позволяют значительно расширить динамический диапазон прослушиваемой программы: благодаря возможности получения больших уровней громкости и отсутствию влияния на качество звучания посторонних шумов и акустики помещения. Это создает иллюзию нахождения слушателя между двумя источниками звука (например, в оркестре или на сцене), пространственная и звуковая картина получается более полной и яркой. Кроме того, головные телефоны создают четко выраженный бинауральный эффект, поскольку левое ухо не слышит ничего, исходящего из правого канала, и наоборот. Вот почему в последние годы многие радиолюбители все чаще используют головные телефоны для прослушивания стереофонических программ.

Кроме головных телефонов потребуется, конечно, стереофоническое электропроигрывающее устройство, например, IIЭПУ-52С, IIЭПУ-32С, IЭПУ-72С. Звукосниматель такого ЭПУ подключают к простейшему усилителю НЧ, рассчитанному на совместную работу с высокоомными головными телефонами. Схема возможного варианта такого усилителя приведена на рис. 53. Он выполнен на одной транзисторной сборке БС-I, в состав которой входят два полевых транзистора с каналом типа *n* и два биполярных транзистора структуры *n-p-n* (рис. 54).

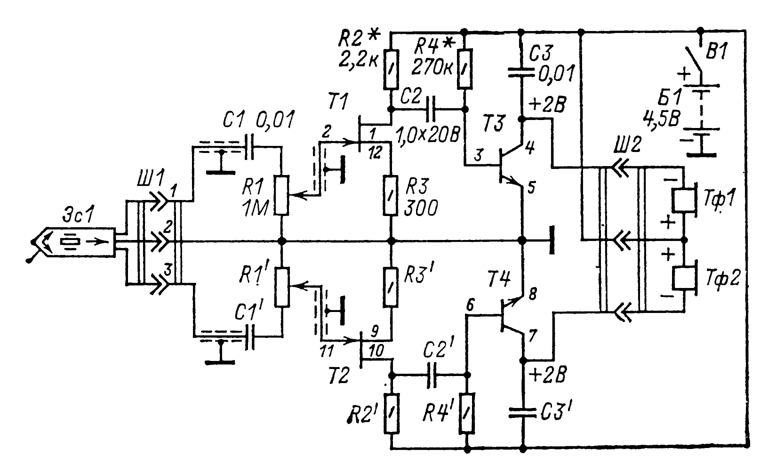


Рис. 53. Схема стереофонического усилителя на сборке БС-1

Усилитель двухканальный, в каждом канале используются один полевой и один биполярный транзисторы. Рассмотрим работу одного из его каналов — верхнего (по схеме). Будем считать, что это левый канал, а нижний — правый.

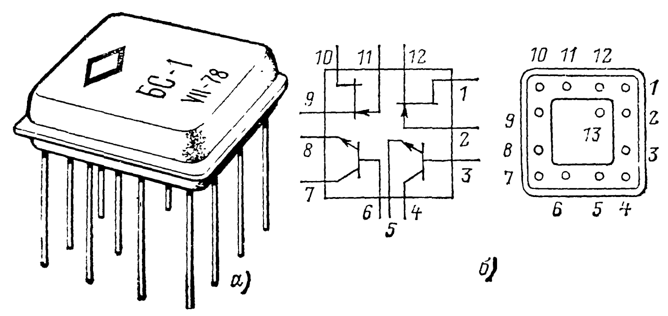


Рис. 54. Блок-сборка БС-1

Сигнал от звукоснимателя *Зс1* поступает через конденсатор *С1* на переменный резистор *R1,* являющийся регулятором громкости, а с его движка на затвор полевого транзистора *Т1.* В цепь его истока включен резистор *R3* автоматического смещения на затворе транзистора. Резистор *R2* в цепи стока — нагрузка транзистора первого каскада. С него сигнал подается через конденсатор *С2* на базу транзистора *Т3* второго каскада. Смещение на базу этого транзистора подается через резистор *R4.* Нагрузкой каскада служит головной телефон *Тф1.* Параллельно ему включен конденсатор *С3,* срезающий высшие звуковые частоты и определяющий таким образом тембр звучания.

Точно так же работает и усилитель правого канала, но нагрузкой его выходного каскада является головной телефон *Тф2.* При прослушивании стереофонических грамзаписей необходимо, чтобы телефон *Тф1* был приложен к левому уху, а *Тф2* — к правому. Кроме того, необходимо выполнить и еще два условия: с гнездом *1* разъема *Ш1* должен соединяться вывод пьезокристаллического звукоснимателя левого канала, а с гнездом *3* — правого; телефоны соединены между собой и подключены к разъему *Ш2* в указанной на схеме полярности (она обозначена на корпусах телефонов). Только при выполнении всех этих условий можно рассчитывать на получение стереоэффекта.

Вместо сборки БС-1 в усилителе можно использовать аналогичные транзисторы. Так, в первых каскадах обоих каналов можно применить полевые транзисторы КП303, во вторых каскадах — биполярные транзисторы серии КТ315 с любыми буквенными индексами. Пары транзисторов желательно подобрать с одинаковыми или возможно близкими параметрами.

Конденсаторы и постоянные резисторы могут быть любого типа, переменные резисторы — СП-I с осью длиной 20 мм. Телефоны *Тф1* и *Тф2* — ТОН-2 или ТОН-1. Разъемы *Ш1* и *Ш2* типа СГ-3, СГ-5. Батарея *Б1* — 3336Л или другой источник постоянного тока напряжением 4,5 В (например, три последовательно соединенных элемента 332, 343). Потребляемый усилителем ток не превышает 6 мА. Батареи 3336Л, например, хватит на 80—100 ч непрерывной работы.

Детали усилителя (постоянные резисторы, конденсаторы, сборку БС-1) можно смонтировать на печатной плате из фольгированного гетинакса или текстолита размерами примерно 60×90 мм. После монтажа плату прикрепляют к корпусу, в котором размещены остальные детали усилителя.

В стереофонических усилителях применяют обычно сдвоенные регуляторы громкости. В описываемом усилителе они раздельные. Это позволяет исключить регулятор стереобаланса, которым устанавливают одинаковое усиление обоих каналов. Его роль в данном случае выполняют переменные резисторы *R1* и *R1',* с помощью которых на вход усилителей каналов можно подавать сигнал определенной амплитуды в зависимости от коэффициента усиления каналов.

Переменные резисторы желательно объединить в блок, как это показано на рис. 55. Резисторы *1* вставляют в отверстия в кронштейнах *4* и, надев на их оси пластмассовые ручки управления *2,* закрепляют так, чтобы между концами осей было расстояние 1—1,5 мм, а между ручками 3—5 мм. Кронштейн с резисторами укрепляют на основании корпуса усилителя, а в стенке *3* выпиливают под ручки два отверстия прямоугольной формы. Сопротивления резисторов можно изменять как одновременно (положив палец сразу на обе ручки), так и отдельно.

Для налаживания усилителя понадобится вольтметр постоянного тока с относительным входным сопротивлением не менее 10 кОм/В. Сначала измеряют напряжение на коллекторе транзистора *Т3*. Если измеренное напряжение отличается от указанного на схеме более чем на 20%, следует подобрать резистор *R4*. Так же устанавливают и режим работы транзистора *Т4* (подбирают резистор *R4'*). Затем ко входу усилителя подключают звукосниматель и проигрывают стереофоническую грампластинку. Если уровень звучания недостаточен даже при установке переменных резисторов в положение наибольшей громкости или наблюдается значительная разница в усилении каналов, следует подобрать резистор *R2* или *R2'*. Желаемый тембр звучания устанавливают подбором конденсаторов *С3* и *С3'*. С конденсаторами большей емкости сильнее «заваливаются» высшие частоты.

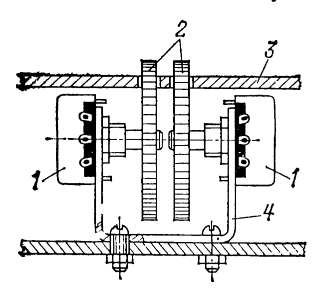


Рис. 55. Крепление переменных резисторов

Качество работы простейшего стереофонического усилителя, конечно, невысокое, да и диапазон частот, воспроизводимых обычными головными телефонами, сравнительно небольшой. Значительно лучший стереофонический эффект обеспечивает усилитель, рассчитанный на малогабаритные головки, воспроизводящие более широкую полосу звуковых частот.

Принципиальная схема такого усилителя приведена на рис. 56. Оба канала усилителя идентичны, поэтому рассмотрим работу лишь одного из них — левого, т. е. верхнего по схеме.

Входной сигнал от звукоснимателя *Зс1* поступает на переменный резистор *R1* — регулятор громкости, а с движка его — на входной каскад на транзисторе

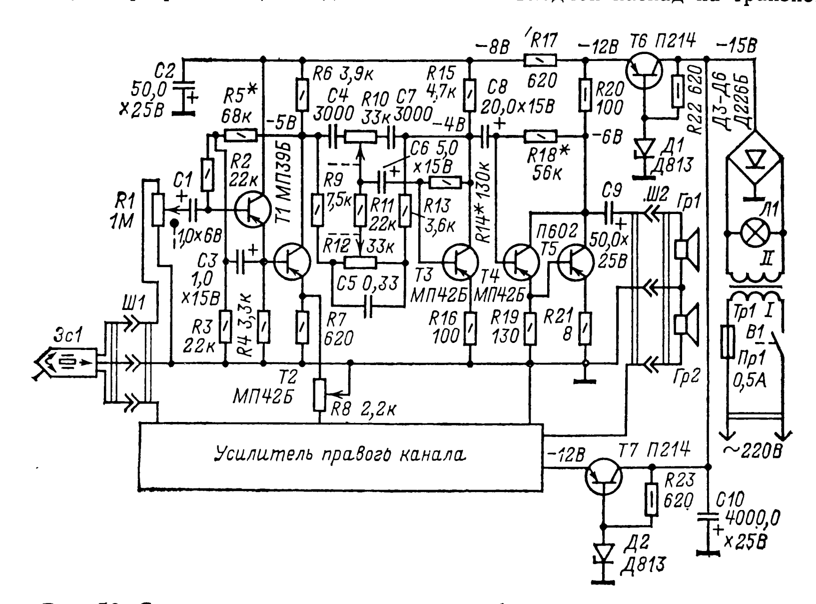


Рис. 56. Схема стереоусилителя с малогабаритными головками

Т1, включенном эмиттерным повторителем. Положительная обратная связь по переменному току между эмиттерной и базовой цепями, создаваемая конденсатором *С3*, обеспечивает достаточно большое входное сопротивление каскада. Смещение на базу транзистора подается через резистор *R2* с делителя *R5R3*, подключенного параллельно коллекторной цепи транзистора *Т2*. База транзистора второго каскада подключена к нагрузке первого непосредственно. В эмиттерную цепь транзистора второго каскада включен переменный резистор *R8*, выполняющий роль регулятора стереобаланса. Когда его движок перемещают вверх (по схеме), общее сопротивление в эмиттерной цепи (параллельно соединенные резистор *R7* и часть резистора *R8*) транзистора *Т2* уменьшается и усиление каскада, а значит, и всего канала возрастает. Общее же сопротивление в эмиттерной цепи аналогичного каскада второго канала возрастает, что приводит к уменьшению его усиления. Установкой движка переменного резистора *R8* в определенное положение добиваются равенства усиления обоих каналов.

Третий каскад усилителя собран на транзисторе *Т3* по обычной схеме. Напряжение смещения подается на базу через резистор *R14*. Между коллекторами транзисторов *Т3* и *Т2* включена цепочка резисторов *R9*—*R13* и конденсаторов *С4, С5, С7*, необходимая для регулировки тембра. Переменным резистором *R10* можно изменять тембр в области высших, а резистором *R12* — в области низших звуковых частот.

С нагрузки третьего каскада — резистора *R15* — сигнал подается через конденсатор *С8* на базу составного транзистора *Т4, Т5* выходного каскада, а с его выхода через разъем *Ш2* на головку *Гр1* стереофонических головных телефонов. На головку *Гр2* телефонов сигнал НЧ поступает с выхода второго канала усилителя.

Усилитель питается от двухполупериодного выпрямителя на диодах *Д3*—*Д6* с раздельными стабилизаторами напряжения для каждого канала. Стабилизация напряжений осуществляется стабилитронами Д813 (*Д1, Д2*) и транзисторами П214 (*Т6, Т7*). Раздельные стабилизаторы напряжения обеспечивают хорошую развязку между каналами по цепи питания и предотвращают возможное возбуждение усилителя.

Транзисторы МП39Б первых каскадов можно заменить на ГТ309Б, ГТ309Г, ГТ322 (с любым буквенным индексом) с коэффициентом передачи тока не менее 40, транзисторы МП42Б — на транзисторы серий МП39—МП42 с коэффициентом передачи тока не менее 50, транзисторы П602 — на П601Б, П605А, П606А. Транзисторы П214 стабилизаторов напряжения можно заменить транзисторами П201—П203, П213—П217 (с любым буквенным индексом), стабилитроны Д813 — стабилитронами Д814Д, диоды Д226Б выпрямителя — диодами серии Д7.

Переменные резисторы регулировки громкости *R1* и тембра *R10, R12* спарены с такими же резисторами усилителя первого канала.

В качестве трансформатора питания можно использовать любой трансформатор мощностью не менее 10 Вт, понижающий напряжение сети до 10—12 В. Подойдет и самодельный трансформатор, выполненный на магнитопроводе Ш20×30. Обмотка *I* должна содержать 2200 витков провода ПЭВ-1 0,12 (для сети 127 В — 1270 витков ПЭВ-1 0,14), обмотка *II* — 120 витков ПЭВ-1 0,51.

Сигнальная лампа *Л1* коммутаторная на напряжение 12 В (можно две последовательно соединенные лампы на напряжение 6,3 В). Выключатель питания *В1* — тумблер ТВ2-1, разъемы *Ш1, Ш2* — СГ-3 или СГ-5, предохранитель *Пр1* — на ток 0,5 А.

Детали каждого канала усилителя монтируют на плате размерами 175×75 мм из изоляционного материала (текстолита, гетинакса). Платы размещают в ящике подходящих размеров или непосредственно в корпусе ЭПУ. Переменные резисторы монтируют в наиболее удобном месте, но возможно дальше от электродвигателя ЭПУ и трансформатора питания. Разъемы могут быть как на задней стенке корпуса, так и на лицевой панели. Трансформатор питания желательно закрыть защитным металлическим кожухом и соединить его с общим проводом усилителя.

Теперь о головных телефонах. Лучше всего, конечно, использовать промышленные телефоны, специально предназначенные для прослушивания стереофонических программ: например, ТДС-1 (телефоны динамические стереофонические),

они обеспечивают достаточно широкую полосу рабочих частот (40—16 000 Гц), рассчитаны на максимальную мощность 0,5 Вт. Но можно пользоваться и самодельными телефонами, используя для них малогабаритные динамические головки.

Для первой конструкции телефонов понадобятся малогабаритные электродинамические головки *1* 0,05ГД-2 (рис. 57), корпус *2*, крышка *3* и две поролоновые прокладки (*4* и *5*). Корпус и крышку можно изготовить из любой пласт-

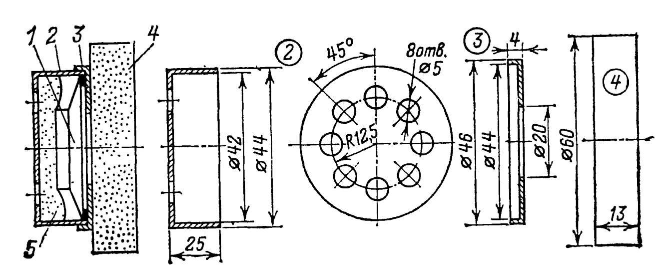


Рис. 57. Конструкция телефонов на базе головок 0,05ГД-2

массы. Отверстие в крышке заклеивают шелковой тканью, а затем приклеивают к крышке наружную поролоновую прокладку *4*. Затем к крышке приклеивают головку. Провода от головки пропускают через отверстие сбоку корпуса и помечают их, чтобы в дальнейшем легче было сфазировать головки. На дно корпуса кладут прокладку из поролона толщиной 8—10 мм и вставляют крышку в корпус. Стыки соединений смазывают клеем. Оголовье может быть также самодельным или от промышленных телефонов (например, типа ТОН-1 или ТОН-2). В последнем случае придется немного изменить размеры вилки оголовья в соответствии с диаметром корпусов телефонов и просверлить в корпусах телефонов углубления (или отверстия) под штифты вилок.

Стереофонические телефоны, сконструированные на базе головок 0,25ГД-10, показаны на рис. 58, *а*. Динамическая головка *6* закреплена клеем на диафрагме *9*, вырезанной из гетинакса. В центре диафрагмы вырезано отверстие, диаметр которого намного меньше диаметра диффузора головки. Благодаря этому головка становится как бы компрессионной и на барабанную перепонку уха воздействует не фронт звуковой волны, а уплотненный воздушный поток, что способствует улучшению восприятия колебаний низших частот звукового диапазона. Отверстие в диафрагме закрыто мелкой металлической сеткой *3*, а сама диафрагма приклеена к деке *4* из пенопласта. С наружной стороны к диафрагме приклеена поролоновая прокладка *2* с отверстием такого же диаметра, что и в диффузоре. Амбюшур *1* изготовлен из поролона и обшит кожей. Пластмассовый колпак *5* может быть готовый. Его размеры некритичны. Надо только учесть, что его высота должна быть достаточной для размещения деталей *RC*-фильтра, схема которого показана на рис. 58,*б*. Частотные характеристики фильтра имеют форму, обратную кривой чувствительности уха, и фильтр предназначен для коррекции частотной характеристики телефонов в основном на высших частотах, хотя его действие сказывается и на низкочастотном краю диапазона.

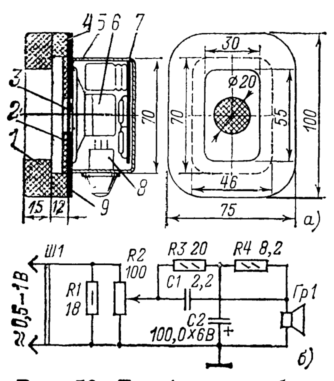


Рис. 58. Телефоны на базе головок 0,25ГД-10

Детали фильтра монтируют на плате *7* (рис. 58, *а*) из гетинакса. Переменный резистор *8* крепят к боковой стенке колпака. Провода для подключения к усилителю выводят через отверстие в боковой стенке. После этого оставшееся

пространство внутри колпака заполняют звукопоглощающим материалом (поролон, вата и т. п.) и приклеивают колпак к диафрагме.

Переменным резистором *R2* (на каждом телефоне) нетрудно установить наиболее подходящий уровень громкости.

Налаживание усилителя сводится к проверке режимов транзисторов, указанных на схеме, и установке их (если это необходимо) подбором соответствующих резисторов.

СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ

Этот усилитель предназначен для воспроизведения стереофонической грамзаписи на выносные громкоговорители. Выходная мощность каждого канала усилителя 3 Вт, чувствительность 100 мВ, рабочий диапазон частот 20—20 000 Гц, коэффициент гармоник не более 1%.

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 59. Рассмотрим работу одного из его каналов.

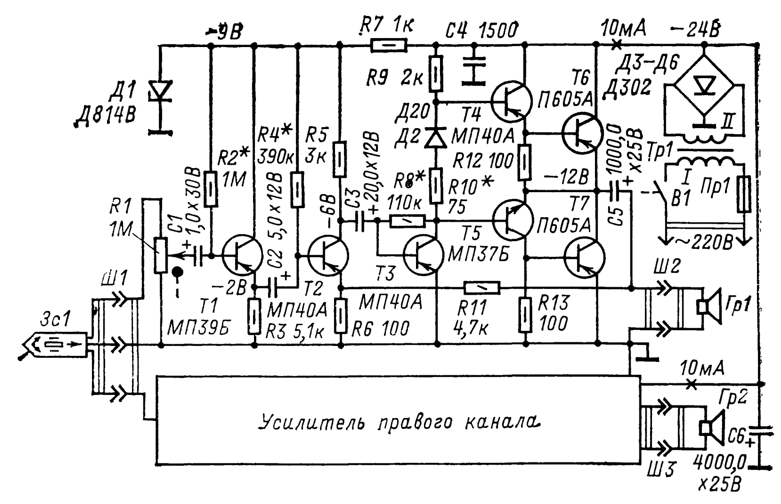


Рис. 59. Схема стереофонического усилителя мощностью 3 Вт

Сигнал от пьезокерамического звукоснимателя *Зс1* поступает через разъем *Ш1* на регулятор громкости *R1,* а с его движка через конденсатор *С1* на базу транзистора *Т1* первого каскада. Этот транзистор включен эмиттерным повторителем, что необходимо для согласования сопротивлений пьезокерамического звукоснимателя и входа усилителя.

С нагрузки эмиттерного повторителя — резистора *R3* — сигнал поступает через конденсатор *С2* на базу транзистора *Т2* второго каскада. Резистор *R6* стабилизирует режим работы транзистора по постоянному току, а также создает в этом каскаде отрицательную обратную связь по переменному току. Напряжение смещения на базе транзистора подается через резистор *R4.*

С нагрузочного резистора *R5* сигнал поступает далее через конденсатор *С3* на базу транзистора *Т3* третьего каскада усиления. С коллекторной цепи этого транзистора усиленный сигнал поступает на базы транзисторов *Т4* и *Т5* разной структуры. На резисторах *R12* и *R13* выделяются сигналы, одинаковые по амплитуде, но противоположные по фазе, которые подаются непосредственно на базы транзисторов *Т6* и *Т7* выходного каскада. Нагрузкой этого канала усилителя является головка *Гр1* громкоговорителя, подключаемая к выходному каскаду через конденсатор *С5.* Для снижения нелинейных искажений усилитель охвачен отрицательной обратной связью, осуществляемой подачей выходного напряжения через резистор *R11* в цепь эмиттера транзистора *Т2.*

Как известно, при изменении температуры изменяются и токи покоя транзисторов выходного каскада, что может привести к их перегреву и тепловому пробою. Чтобы предупредить это неприятное явление, между базами транзисторов *Т4* и *Т5* включена цепь из последовательно соединенных диода *Д2* и резистора *R10*. Падение напряжения на диоде, включенном в прямом направлении, уменьшается с увеличением температуры, вызывая тем самым снижение напряжения смещения на базах транзисторов *Т4* и *Т5*, а значит, и на базах транзисторов *Т6* и *Т7*. Это приводит к стабилизации тока покоя выходных транзисторов при изменении температуры.

Оба канала усилителя питаются постоянным напряжением 24 В, снимаемым с общего двухполупериодного выпрямителя на диодах *Д3—Д6*. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором *С6*. Режим работы двух первых каскадов каждого канала стабилизирован кремниевым стабилитроном Д814В (*Д1*).

Малошумящие транзисторы МП39Б можно заменить на ГТ309Б, ГТ309Г. Вместо транзисторов МП40А в усилителе можно использовать любые транзисторы из серий МП39—МП42, вместо МП37Б — транзисторы МП38, МП38А, а вместо П605А — транзисторы П213—П214 (установив резисторы *R12* и *R13* сопротивлением по 220 Ом). Диоды Д20 можно заменить на Д18, Д7А—Д7Ж, диоды Д302 — на Д302А, Д303 и другие, рассчитанные на выпрямленный ток не менее 500 мА и обратное напряжение не менее 50 В. Стабилитрон Д814В можно заменить на Д810 или Д818В.

Электролитические конденсаторы — К50-3 (С6—К50-6). Переменный резистор — СП-I. Применение в каналах усилителя раздельных регуляторов громкости позволило обойтись без регулятора стереобаланса.

Трансформатор питания *Тр1* выполнен на магнитопроводе Ш25×35. Обмотка *I* содержит 1430 витков провода ПЭВ-1 0,35 (для сети 127 В 825 витков ПЭВ-1 0,4), обмотка *II* — 136 витков провода ПЭВ-1 0,9.

Динамические головки *Гр1* и *Гр2* громкоговорителей — 4ГД-28, 4ГД-35.

Большую часть деталей каналов усилителя можно смонтировать на плате размерами примерно 65×135 мм. Транзисторы *Т6, Т7* выходных каскадов устанавливают на радиаторы (рис. 60), которые крепят на плате размерами 60×110 мм из изоляционного материала на расстоянии 25 мм. Плату выходных транзисторов размещают вблизи платы усилителя.

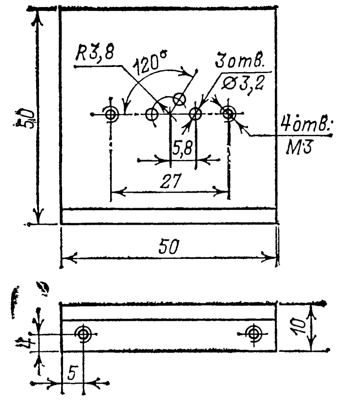


Рис. 60. Радиатор для выходных транзисторов

Внешнее оформление усилителя произвольное.

Громкоговорители представляют собой закрытые ящики размерами 300×200×120 мм, склеенные из фанеры толщиной 12 мм, с головками на передних стенках. Внутренний объем ящиков заполняют ватой. Для улучшения качества звучания в ящиках можно дополнительно установить по одной высокочастотной головке, например 1ГД-3. Ее подключают параллельно основной головке через конденсатор емкостью 3 мкФ.

Налаживание усилителя сводится к проверке и корректировке режимов работы транзисторов. Напряжение в точке симметрии выходного каскада (точка соединения эмиттера транзистора *Т6* и коллектора *Т7*) устанавливают подбором резистора *R8*, напряжение на коллекторе транзистора *Т2* — подбором резистора *R4*, а на эмиттере транзистора *Т1* — подбором резистора *R2*. Суммарный ток покоя каждого канала усилителя должен составлять 10 мА. Если он значительно больше, то подбирают резистор *R10*. При замене этого резистора питание усилителя должно быть выключено.

Окончательно усилитель проверяют при воспроизведении грамзаписи. Если наблюдаются искажения звука при малых уровнях громкости, дополнительно подбирают резистор *R10* соответствующего канала. Следует установить такой

резистор, при котором исчезают искажения типа «ступенька», характерные для малых уровней громкости.

При работе стереофонического усилителя следует помнить о правильном расположении громкоговорителей: громкоговоритель правого канала должен быть справа от слушателя, а левого канала — слева. Расстояние между громкоговорителями должно быть 2—3 м, а слушатель находиться в зоне стереоэффекта — на расстоянии 2,5—5 м от плоскости, соединяющей громкоговорители, на равном расстоянии от обоих громкоговорителей. Зона стереоэффекта может смещаться влево или вправо от слушателя при неправильной регулировке усиления каналов.

Следует также учесть, что головки должны быть сфазированы, т. е. их одноименные выводы нужно подключить к одинаковым цепям усилителя.

ПСЕВДОСТЕРЕОФОНИЧЕСКАЯ ПРИСТАВКА

Стереофонический усилитель позволяет воспроизводить и монофонические грамзаписи. В этом случае входы обоих каналов соединяют параллельно. Качество звучания будет несколько лучше, чем при одноканальном воспроизведении, но по сравнению со стереофоническим звучанием сразу же пропадет пространственное восприятие звука.

Существуют, однако, способы, позволяющие при воспроизведении монофонической грамзаписи создавать эффект стереофонического звучания. Если, например, фазу сигнала в одном из громкоговорителей сдвинуть на 90° относительно фазы сигнала в другом, то произойдет разительная перемена: звук обретет объемность, как при воспроизведении стереофонических записей. А при воспроизведении оркестровых записей создается впечатление, что отдельные инструменты оркестра расположены в разных точках пространства между громкоговорителями. Для получения сдвига фаз между сигналами, усиливаемыми каждым каналом, радиолюбители собирают фазовращающие приставки.

Схема одной из таких приставок приведена на рис. 61. Первый каскад — эмиттерный повторитель — является согласующим. Второй каскад — усилитель

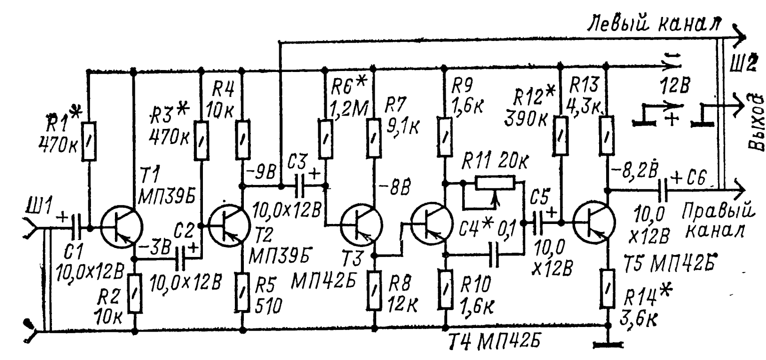


Рис. 61. Схема фазовращающей псевдостереофонической приставки

напряжения, на выходе которого получается сигнал амплитудой около 1 В, такой сигнал необходим для нормальной работы фазовращателя. С выхода второго каскада сигнал подается на вход левого канала стереофонического усилителя и одновременно через конденсатор *C3* на вход согласующего каскада фазовращателя — транзистор *T3*. Фазовращатель выполнен на транзисторе *T4*. Его выходом является точка соединения переменного резистора *R11* с конденсатором *C4*. Каскад на транзисторе *T5* тоже согласующий, сигнал с него подается на вход правого канала стереоусилителя.

Резистором *R11* можно изменять частотный диапазон, в котором происходит сдвиг фаз. В среднем положении движка этого резистора сигналы, подаваемые на оба канала усилителя, синфазны (т. е. одинаковы по фазе) на частотах 300—500 Гц и противофазны на частотах 6000—7000 Гц. Область изме-

нения фазы можно сдвигать в сторону более высоких или более низких частот подбором конденсатора *С4*.

Транзистор МП39Б можно заменить другим малошумящим, например ГТ309Б. Вместо транзистора МП42 можно использовать любые другие транзисторы серий МП39—МП42. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25, переменный *R11* — СП-I. Электролитические конденсаторы — К50-6, конденсатор *С4* — МБМ. Разъем *Ш1* — под вилку звукоснимателя монофонического ЭПУ, *Ш2* — вилка СГ-3 или С7-5.

Псевдостереофоническая приставка питается от источника напряжением 12 В. Это могут быть последовательно соединенные элементы 332, 343 или выпрямитель стереофонического усилителя. В первом случае приставку собирают в виде отдельной конструкции со своим выключателем питания, во втором — ее плату размещают в ящик стереоусилителя и соединяют входные, выходные цепи и цепи питания с дополнительно установленным переключателем *Моно-стерео* (тогда отпадет надобность в разъеме *Ш2*, а при использовании стереопроигрывателя для воспроизведения монофонических записей и в разъеме *Ш1*).

Налаживание приставки начинают с проверки режимов работы транзисторов. Напряжение на эмиттере транзистора *T1* устанавливают подбором резистора *R1*, на коллекторе транзистора *T2* — подбором резистора *R3*, на коллекторе транзистора *T3* — подбором резистора *R6*, на коллекторе транзистора *T5*— резистора *R12*.

Затем на вход приставки подают синусоидальный сигнал (от генератора звуковой частоты) частотой 1000—2000 Гц, амплитудой 100—150 мВ и прослушивают его через громкоговорители стереоусилителя. Если уровень звучания громкоговорителя правого канала отличается от левого (усиления каналов должны быть одинаковыми), подбирают резистор *R14* приставки. В принципе этот резистор можно подобрать и без генератора звуковой частоты — по равенству усиления каналов на средних частотах при воспроизведении грамзаписи.

Схема другого варианта псевдостереофонической приставки приведена на рис. 62. Это широкополосный фазовращатель, разделяющий входной сигнал на

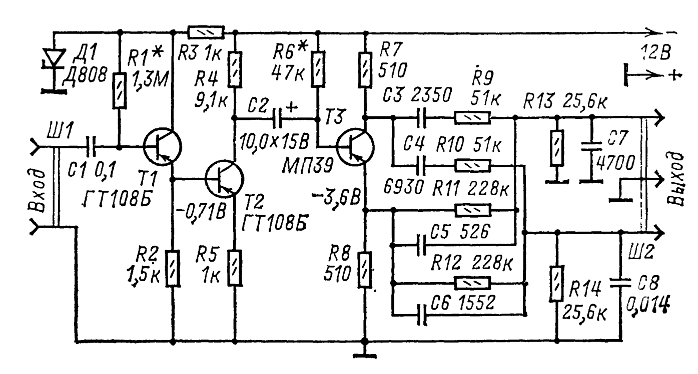


Рис. 62. Схема широкополосного фазовращателя

две составляющих, фазы которых сдвинуты друг относительно друга на 90° во всем диапазоне звуковых частот. Собственно фазовращатель состоит из *RC*-цепей, включенных на выходе трехкаскадного усилителя НЧ.

Транзистор *T1* первого каскада — эмиттерный повторитель, обеспечивающий приставке сравнительно большое входное сопротивление. Далее следует усилительный каскад на транзисторе *T2* и фазоинвертор на транзисторе *T3* с раздельными нагрузками, позволяющими получить два противофазных, но равных по амплитуде сигнала. На выходе фазоинвертора включены *RC*-цепочки, соединенные с разъемом *Ш2*, через который приставку подключают ко входу стереоусилителя.

Питается приставка от источника напряжением 12 В. Стабилитрон *Д1* обеспечивает постоянство режима работы транзисторов первых двух каскадов.

Вместо транзисторов ГТ108Б можно применить транзисторы ГТ108А или МП115, МП116 с коэффициентом передачи тока 40—50. Транзистор МП39 можно заменить любым из серий МП39—МП42 с коэффициентом передачи тока 20—40. Стабилитрон Д808 можно заменить на Д814А.

Конденсатор *С2* — К50-6, остальные конденсаторы могут быть типов КМ, КЛС, КСО, МБМ. Резисторы — МЛТ-0,125 (можно УЛМ или МЛТ-0,25). Резисторы *R7—R14* и конденсаторы *С3—С8* следует подобрать с точностью до ±1%. Это нетрудно сделать при наличии по несколько деталей каждого номинала и отбору их с помощью измерительного прибора.

Налаживание приставки заключается в подгонке режимов работы транзисторов. Напряжение на эмиттере транзистора *Т1* устанавливают подбором резистора *R1*, а на эмиттере транзистора *Т3* — подбором резистора *R6*.

Входное сопротивление каналов стереоусилителя должно быть не менее 300 кОм, иначе усилитель будет вносить искажения в работу приставки. Полоса рабочих частот приставки 40—16 000 Гц. Но ее частотная характеристика имеет подъем в области высших частот, который необходимо скомпенсировать регулятором тембра стереоусилителя или введением цепи коррекции в каскад приставки на транзисторе *Т2* — включить между его коллектором и общим проводом конденсатор, емкость которого подбирают опытным путем.

Далее пойдет разговор о ламповых усилителях.

УСИЛИТЕЛЬ С РАЗДЕЛЬНЫМИ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯМИ

Один из способов повышения качества звуковоспроизведения — раздельное воспроизведение высших и низших звуковых частот. Для этого усилитель должен без искажений пропускать достаточно широкую полосу звуковых частот.

Схема одного из таких усилителей приведена на рис. 63. Он усиливает полосу частот от 30 до 15 000 Гц. Выходная мощность усилителя 3,5 Вт. Для получения на выходе усилителя такой мощности на его вход необходимо подавать сигнал амплитудой не менее 120 мВ, т. е. его чувствительность должна быть не ниже 120 мВ.

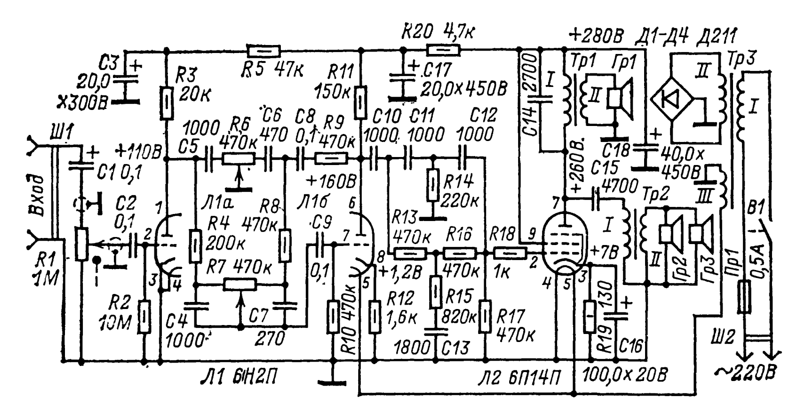


Рис. 63. Схема усилителя с раздельными головками

Усилитель собран на двух лампах. Лампа *Л1* — двойной триод, *Л2* — мощный выходной пентод. Сигнал звуковой частоты, поступающий от звукоснимателя или с выхода приемника, через конденсатор *С1*, переменный резистор *R1*, являющийся регулятором громкости, и конденсатор *С2* подается на управляющую сетку левого по схеме триода лампы 6Н2П. В цепь сетки включен резистор *R2* очень большого сопротивления (10 МОм). Протекающий по нему ток утечки сетки создает на нем падение напряжения, приложенное к управляющей сетке в отрицательной полярности. Такой способ смещения позволяет уменьшить число деталей и, кроме того, получить наибольшее усиление входного каскада при минимальном уровне фона переменного тока.

Нагрузкой триода первого каскада служит резистор *R3*. С него сигнал поступает на сложную цепочку фильтров, предназначенных для изменения «окраски» звучания головок громкоговорителей. Переменным резистором *R7* регулируют тембр звука в области низших частот, а резистором *R6* — высших частот.

Далее сигнал НЧ поступает через конденсатор *С9* на вход второго каскада, собранного на правом триоде лампы 6Н2П. Резистор *R12* автоматического смещения не зашунтирован конденсатором, поэтому между катодом и управляющей сеткой этого триода возникает отрицательная обратная связь, снижающая усиление каскада, но обеспечивающая более равномерное усиление в широком диапазоне частот.

С нагрузочного резистора *R11* усиливаемый сигнал поступает далее через конденсатор *С10* на фильтр, собранный по схеме двойного Т-моста. Такой фильтр ослабляет средние частоты, что воспринимается как подъем уровня низших и высших звуковых частот.

На управляющую сетку лампы *Л2* выходного каскада сигнал поступает через резистор *R18* специального назначения: если сигнал большой, на нем появится дополнительное напряжение смещения, создаваемое сеточным током, отчего усиление каскада снижается и сигнал не искажается. Начальное напряжение смещения на управляющую сетку этой лампы подается с резистора *R19*, зашунтированного по переменному току конденсатором *С16*.

Непосредственно в анодную цепь лампы *Л2* включен выходной трансформатор *Тр1*, вторичная обмотка которого нагружена на головку *Гр1*, рассчитанную на воспроизведение низших звуковых частот. Для ослабления высших частот параллельно первичной обмотке трансформатора включен конденсатор *С14*.

Высокочастотные головки *Гр2* и *Гр3* подключены ко вторичной обмотке выходного трансформатора *Тр2*. Его первичная обмотка включена параллельно анодной цепи выходной лампы через конденсатор *С15* такой емкости, чтобы через него проходили только высшие частоты усиливаемого сигнала, а низшие ослаблялись.

Выпрямитель усилителя двухполупериодный, выходное напряжение 280 В при токе нагрузки до 60 мА. Напряжение на триоды второго и первого каскадов усилителя фильтруется дополнительными фильтрами *R20C17* и *R5C3*.

Кроме ламп 6Н2П и 6П14П в усилителе можно использовать аналогичные им лампы 6Н9С и 6П1П. В выходном каскаде можно также использовать лампу 6П6С, резистор *R19* в этом случае должен иметь сопротивление 270 Ом.

Переменный резистор *R1* — типа ТК (с выключателем питания), остальные переменные резисторы — СП, ВК. Головка *Гр1* — 5ГД-14 или другая мощностью 5—6 Вт со звуковой катушкой сопротивлением не менее 4 Ом. Головки *Гр2* и *Гр*3 мощностью 1 Вт, например 1ГД-18; сопротивление звуковой катушки 4—6 Ом.

Выходной трансформатор *Тр1* можно выполнить на магнитопроводе из пластин Ш16, толщина набора 24 мм. Обмотка *I* должна содержать 2600 витков провода ПЭВ-1 0,12, обмотка *II* — 65 витков ПЭВ-1 0,64. Пластины трансформатора собирают встык с зазором между сердечником и ярмом 0,1 мм (прокладка из бумаги). Для трансформатора *Тр2* нужен магнитопровод Ш10×12. Обмотка *I* должна содержать 200 витков провода ПЭВ-1 0,12, обмотка *II* — 28 витков ПЭВ-1 0,51. Пластины магнитопровода собирают вперекрышку. Трансформатор питания *Тр3* мощностью не менее 35 Вт. На обмотке *II* должно быть переменное напряжение 220—250 В, на обмотке *III* — 6,3 В. Данные самодельного трансформатора питания: магнитопровод Ш25×30; обмотка *I* — 1175 витков провода ПЭВ-1 0,31, обмотка *II* — 1350 витков провода ПЭВ-1 0,2, обмотка *III* — 38 витков ПЭВ-1 1,0.

Вместо указанных на схеме диодов выпрямителя можно использовать Д217, Д218 и другие, рассчитанные на обратное напряжение не менее 600 В или, в крайнем случае, Д7Д—Д7Ж, Д204, Д205, Д226Б, включив в каждое плечо выпрямителя по два последовательно соединенных таких диода.

Детали усилителя монтируют на металлическом шасси (рис. 64,*а*). На горизонтальной панели размещают трансформаторы, конденсаторы фильтра и радиолампы. Возле трансформатора питания устанавливают изоляционную колодку с держателем для предохранителя. Остальные детали размещают в подвале

шасси. Монтаж сеточных и анодных цепей желательно вести экранированным проводом. Особенно тщательно надо экранировать сеточные цепи первого каскада, так как они наиболее чувствительны к наводкам и могут стать причиной возбуждения или фона переменного тока. Шасси усилителя помещают в деревянный корпус (рис. 64,*б*), на передней стенке которого укреплены головки.

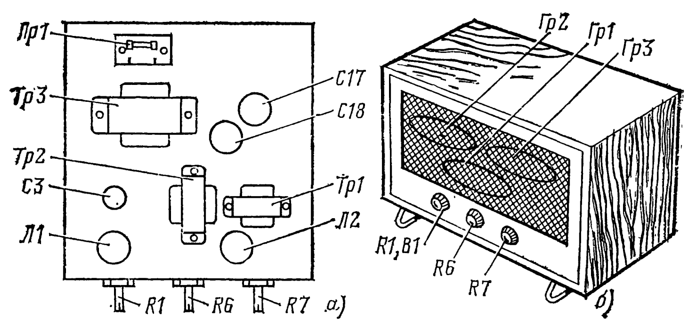


Рис. 64. Усилитель с раздельными головками

Налаживание усилителя сводится к проверке и, если надо, корректировке режимов работы ламп. Для этой цели лучше воспользоваться вольтметром с относительным сопротивлением не менее 10 кОм/В. Все напряжения измеряют относительно общего провода (шасси усилителя). Напряжения не должны отличаться более чем на 15%. В противном случае следует установить их подбором резисторов автоматического смещения, или тщательно проверить монтаж и устранить неисправность. После этого можно подать на вход усилителя низкочастотный сигнал.

ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ПО ДВУМ КАНАЛАМ

Другой способ повышения качества звука — двухканальное звуковоспроизведение. Структурная схема усилителя такого способа звуковоспроизведения дана на рис. 65. Колебания звуковой частоты от звукоснимателя или радиоприемника подаются на переменный резистор, выполняющий роль регулятора громкости, а с его движка — на входы двух самостоятельных каналов усилителя. В каждом канале фильтр выделяет только «свои» частоты — низкие или высокие. Выделенные ими полосы частот звукового диапазона усиливаются и подаются на свои громкоговорители, расположенные перед слушателями в определенном порядке: слева низкочастотный, справа — высокочастотный. Звучание приобретает объемность, передающую пространственное расположение инструментов на сцене.

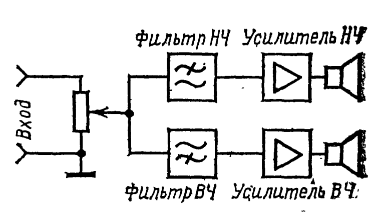


Рис. 65. Структурная схема двухканального усилителя

Принципиальная схема предлагаемого двухканального усилителя показана на рис. 66. В каждом из его каналов работает комбинированная лампа 6Ф3П — триод-пентод.

С входного резистора *R1* сигнал звуковой частоты поступает на фильтрующие цепочки. Через конденсатор *С1* проходят только высшие частоты, так как емкость его сравнительно мала — 1200 пФ. С движка переменного резистора *R3*, являющегося регулятором громкости этого канала, высокочастотный сигнал подается на управляющую сетку триода лампы *Л1*.

С анодной нагрузки *R5* триода сигнал поступает через конденсатор *С5* на управляющую сетку пентода, нагруженного через выходной трансформатор *Тр1* на головку *Гр1*. Резисторы *R4* и *R6* автоматического смещения лампы *Л1* зашунтированы по переменному току конденсаторами *С4* и *С6*.

Низшие частоты усиливаемого сигнала выделяются фильтром *C2R2C3*. После фильтра низкочастотный сигнал поступает на управляющую сетку триода лампы *Л2*. Смещение на сетке создается сеточными токами, протекающими через резистор *R8*. Далее сигнал усиливается пентодом этой лампы и через вы-

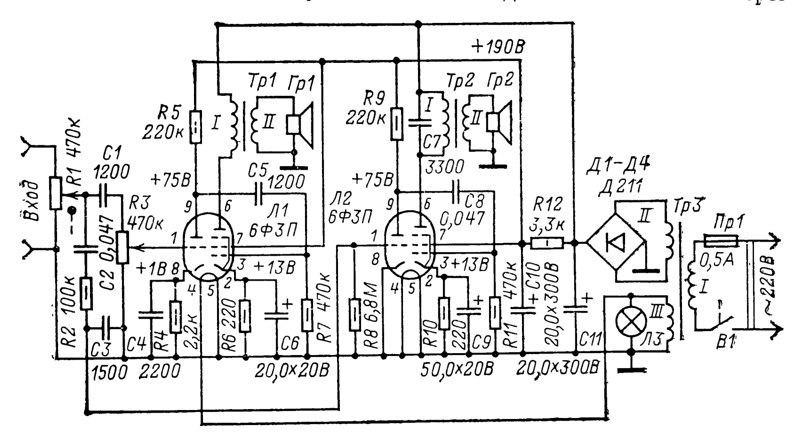


Рис. 66. Схема двухканального усилителя

ходной трансформатор *Тр2* подается к головке *Гр2*. Первичная обмотка трансформатора зашунтирована для колебаний высших частот конденсатором *С7*.

Усилитель питается от двухполупериодного выпрямителя на диодах *Д1—Д4*, включенных по мостовой схеме. Выпрямленное напряжение фильтруется конденсатором *С11* и подается на аноды пентодов через первичные обмотки выходных трансформаторов *Тр1* и *Тр2*. На экранирующие сетки пентодов и аноды триодов питание подается через дополнительный фильтр *R12C10*, значительно ослабляющий пульсации выпрямленного напряжения.

Резисторы, конденсаторы, диоды и трансформатор питания этого усилителя такие же, как и в предыдущей конструкции. Головка *Гр1* любая мощностью 2—3 Вт, сопротивление звуковой катушки постоянному току 4,5—5 Ом; головка *Гр2* мощностью 4—5 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 4—6 Ом.

Выходной трансформатор *Тр1* наматывают на магнитопроводе Ш16×20. Обмотка *I* содержит 2600 витков провода ПЭВ-1 0,12, обмотка *II* — 90 витков ПЭВ-1 0,51. На таком же магнитопроводе и таким же проводом наматывают и трансформатор *Тр2*. Число витков его первичной обмотки 2600, вторичной — 75.

Детали усилителя монтируют на металлическом шасси и размещают в подходящем корпусе. На передней стенке корпуса крепят переменные резисторы и сигнальную лампу *Л3* включения питания. Головки монтируют в деревянных ящиках, которые располагают относительно слушателя так: слева ящик с головкой *Гр2*, справа — с головкой *Гр1*.

Приступая к налаживанию усилителя, прежде всего надо измерить вольтметром приведенные на схеме напряжения в некоторых его цепях. Затем к одной из головок подключают временно переключатель на два положения (рис. 67). Он нужен для фазировки головок. На вход усилителя подают низкочастотный сигнал, например со звукоснимателя. Устанавливая переключатель в то или

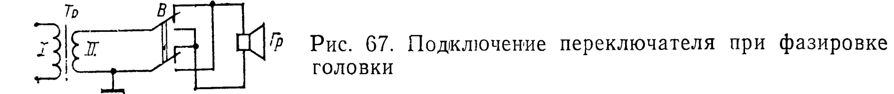


Рис. 67. Подключение переключателя при фазировке головки

иное положение, прослушивают звучание мелодии. В одном из положений переключателя головки окажутся сфазированными и громкость звучания будет больше. Проследите при этом за подключением выводов головки к выводам трансформатора и соедините их напрямую, отключив переключатель.

ПРОСТОЙ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ

Усилитель, предназначенный для стереофонического звуковоспроизведения грамзаписи, должен быть, как известно, двухканальным, причем все параметры каждого канала должны быть одинаковыми.

Схема сравнительно простого стереофонического усилителя приведена на рис. 68. В каждом из его каналов работает комбинированная лампа 6Ф3П. Выходная мощность каждого канала усилителя 1,5 Вт, чувствительность 20 мВ, диапазон рабочих частот 60—12 000 Гц.

Поскольку оба канала усилителя идентичны, рассмотрим работу одного из них, например верхнего по схеме, выполненного на лампе *Л1*. Входной сигнал поступает на переменный резистор *R1* регулировки громкости, а с движка — через конденсатор *C1* на управляющую сетку триодной части лампы *Л1*. Резистор *R3* — резистор утечки сетки. В цепь катода включен резистор *R5*, соединенный последовательно с переменным резистором *R6*. К другому крайнему выводу резистора *R6* подключен резистор *R7* катодной цепи триода второго канала усилителя. Движок резистора *R6* соединен с общим проводом (шасси). Следовательно, смещение на управляющих сетках триодов обоих каналов, а значит, и усиление этих каскадов зависит от положения движка резистора *R6*. Этим резистором балансируют усиление обоих каналов усилителя. Резистор *R5* автоматического смещения (как и резистор *R7* триода второго канала) не зашунтирован конденсатором, поэтому каскад охвачен отрицательной обратной связью, улучшающей его частотную характеристику.

С нагрузки *R8* триода лампы *Л1* усиленный сигнал подается через конденсатор *C5* на регулятор тембра *R12* и далее на управляющую сетку пентодной части этой лампы. Смещение на сетке определяется номиналом резистора *R17*. Здесь нет отрицательной обратной связи по переменному току, поскольку этот резистор зашунтирован конденсатором *C12*.

В анодной цепи выходной лампы включен трансформатор *Тр1*, вторичная обмотка которого нагружена на две головки *Гр1* и *Гр2*. Первичная обмотка трансформатора зашунтирована конденсатором для предотвращения возможного возбуждения усилителя на высших частотах звукового диапазона. Введение отрицательной обратной связи включением конденсатора *C7* между анодной и сеточной цепями этой лампы позволяет регулировать переменным резистором *R12* тембр звучания в области высших частот.

Оба канала усилителя питаются от общего двухполупериодного выпрямителя, диоды *Д1—Д4* которого включены по мостовой схеме. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются фильтром *Др1C15C14*. Напряжение на экранирующие сетки пентодов подается через фильтр *R16C9*, на аноды триодов — через фильтры *R10C3* и *R11C4*.

Переменное напряжение на выпрямительный мост подается с обмотки *II* трансформатора питания *Тр3*, на нить накала лампы *Л1* — с обмотки *III*, на нить накала лампы *Л2* — с обмотки *IV*. Параллельно обмоткам накала ламп, изолированным от шасси, включены переменные резисторы *R21* и *R22*, позволяющие при налаживании усилителя добиться минимального уровня фона переменного тока. Для этой же цели на накальные цепи ламп подается небольшое постоянное напряжение, снимаемое с делителя *R19R20*.

Переменные резисторы *R1*, *R2* и *R12*, *R13* сдвоенные. Можно использовать обычные одинарные резисторы типа СП, спаривая их, как показано на рис. 69. На металлической скобе укрепляют два резистора одинаковых номиналов на некотором расстоянии друг от друга. Между ними — ось, например длинная ось от негодного переменного резистора. На все оси насаживают шестерни и скобу крепят к шасси усилителя. При вращении выступающей наружу оси будут одновременно перемещаться движки обоих переменных резисторов.

Переменные резисторы *R6*, *R21*, *R22* могут быть любого типа.

Электролитические конденсаторы *C14* и *C15* типа КЭ, К50, на номинальное напряжение 450 В. Диоды выпрямителя можно заменить селеновым столбом **АВС-80-260.**

Магнитопроводы выходных трансформаторов собирают из пластин Ш19, толщина наборов 28 мм. Первичные обмотки должны содержать по 2400 витков

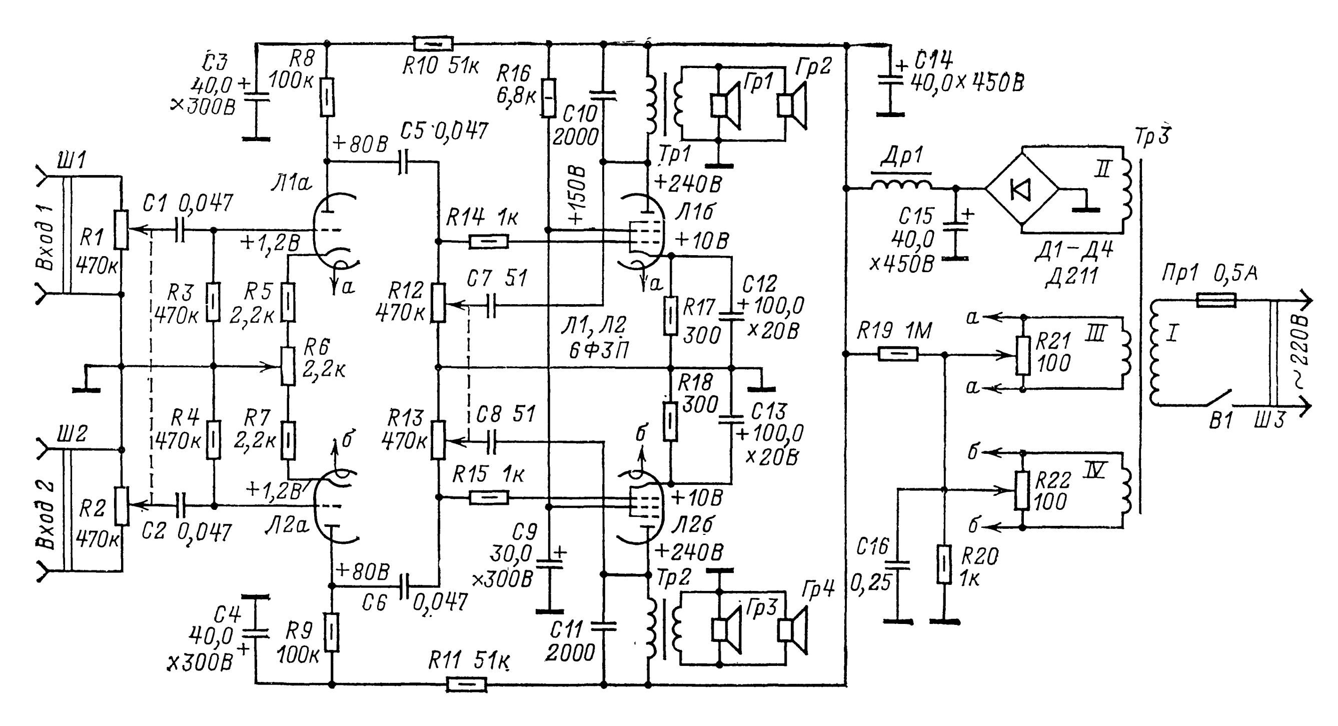


Рис. 68. Схема стереофонического усилителя на комбинированных лампах

провода ПЭВ-1 0,12—0,15, вторичные — по 70 витков провода ПЭВ-1 0,6—0,8. Пластины магнитопроводов собирают встык с зазором 0,1—0,15 мм.

Дроссель *Др1* фильтра выпрямителя наматывают на магнитопроводе Ш16×20; его обмотка должна содержать 3000 витков провода ПЭВ-1 0,2. Магнитопровод самодельного трансформатора питания Ш24×30. Обмотка *I* должна содержать 1210 витков провода ПЭВ-1 0,27, обмотка *II* — 1350 витков ПЭВ-1 0,15, обмотки *III* и *IV* — по 39 витков провода ПЭВ-1 0,8. Пластины магнитопровода собирают вперекрышку.

Динамические головки мощностью 2—3 Вт со звуковыми катушками сопротивлением 4—6 Ом монтируют в ящиках и подключают к ним соединительные провода длиной по 2—3 м. Звуковые катушки головок громкоговорителя каждого канала соединяют с учетом их фазирования: плюсовой вывод одной головки только с плюсовым выводом другой.

Детали обоих каналов усилителя монтируют на одном общем шасси, которое помещают в металлический или деревянный корпус с вентиляционными отверстиями.

Налаживание усилителя начинают с проверки режимов работы ламп, приведенных на схеме. При этом движок переменного резистора *R6* устанавливают в среднее положение. Затем к выходам каналов усилителя подключают громкоговорители и проигрывают стереофоническую грампластинку. В это время надо попробовать менять местами включение выводов одного из выходных трансформаторов (первичной или вторичной обмотки). Оставляют такое включение, при котором громкость звучания будет наибольшей. Одинакового уровня звучания выносных громкоговорителей добиваются переменным резистором *R6* стереобаланса.

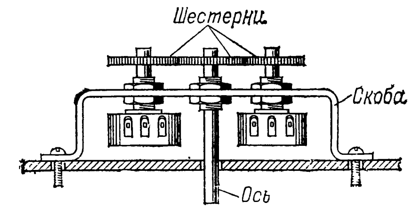


Рис. 69. Спаривание переменных резисторов

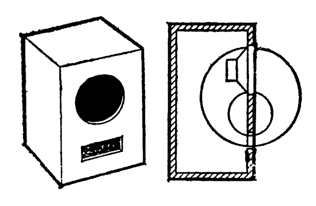


Рис. 70. Фазоинвертор

О КОНСТРУКЦИИ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ

При изготовлении усилителя НЧ всегда возникает вопрос о выборе конструкции громкоговорителя — ящика с размещенной в нем одной или несколькими динамическими головками. Лучше всего, конечно, использовать готовые громкоговорители, например 3АС-3, 4АС-2, 6МАС-4, 10МАС-1 и др. Но, разумеется, громкоговоритель может быть и самодельным.

Казалось бы, зачем вообще нужно делать ящик? Достаточно подключить к выходу усилителя головку и слушай музыку. Но это не так. Каждая головка обладает резонансной частотой, зависящей от ее габаритов, которая обычно находится в области низших частот от 20 до 180 Гц. Звучание открытой головки будет искажено из-за резкого повышения громкости на резонансной частоте. Если же головку поместить в закрытый ящик, резонансный пик будет значительно ослаблен, а частотная характеристика такого звукового излучателя станет равномерной.

Иногда в ящике проделывают небольшое прямоугольное отверстие, и тогда его называют фазоинвертором (рис. 70). Через отверстие фазоинвертора осуществляется акустическая обратная связь между задней и передней стенками диффузора головки. Размеры фазоинвертора и отверстия в зависимости от радиуса диффузора головки определяют по номограммам, одна из которых приведена на рис. 71,*а*. Здесь по горизонтальной оси отложены различные значения радиуса диффузора головки, а по вертикальной — размер стенок фазоинвертора. Три кривые на номограмме соответствуют каждая своей стороне фазоинвер-

тора. По кривой *а* выбирают высоту, по кривой *б* — ширину, а по кривой *в* — глубину фазоинвертора.

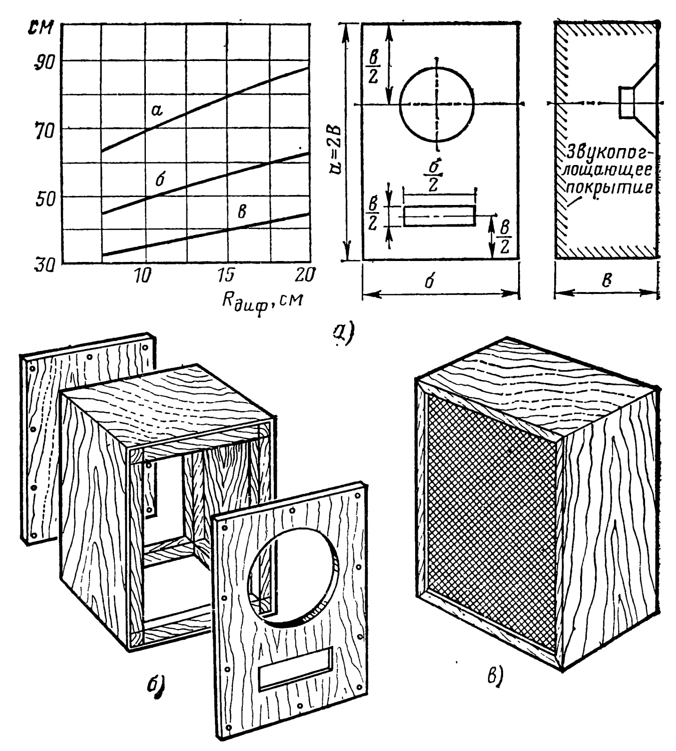


Рис. 71. Фазоинвертор:
а — к определению размеров фазоинвертора; *б* — конструкция; *в* — внешний вид

Определив по номограмме все размеры фазоинвертора, можно приступать к его изготовлению. Подойдут доски, фанера или древесно-стружечная плита (ДСП) толщиной 10—15 мм. Сначала склеивают или сбивают с помощью деревянных брусков боковые стенки ящика (рис. 71,*б*). Затем заготавливают лицевую и заднюю стенки. На лицевой стенке крепят головку и скрепляют ее с боковыми стенками ящика. Отверстие под головку закрывают радиотканью или другой неплотной тканью. Еще лучше задрапировать всю лицевую стенку (рис. 71,*в*). Внутренние стенки фазоинвертора желательно покрыть звукопоглощающим материалом: ватой, ватином, поролоном. После этого к ящику прикрепляют заднюю стенку. Провода от головки выводят через отверстие в задней стенке или подключают к разъему, установленному на ней.

Конструкция фазоинвертора может иметь призмовидную форму (рис. 72). Такой фазоинвертор можно рекомендовать для установки в углу комнаты. В этом случае стены угла будут образовывать своеобразный большой рупор, что значительно улучшит воспроизведение низших частот. В принципе в угол можно установить одну дощатую или фанерную панель с головкой. Снизу отверстие между панелью и стенами закрывают, а сверху оставляют открытым — отверстие будет выполнять роль фазоинвертора.

Сторону *а* призмовидного фазоинвертора рассчитывают по формуле

$$a = 23{,}5\sqrt[3]{R_{диф}},$$

где $R_{диф}$ — радиус диффузора головки, см.

В ящике громкоговорителя может быть несколько головок, что значительно повышает звуковую отдачу и позволяет улучшить КПД громкоговорителя. Конструкция подобного громкоговорителя, рассчитанного на работу с усилителем небольшой (2—4 Вт) мощности, показана на рис. 73,*а*, а разметка передней стенки ящика — на рис. 73,*б*.

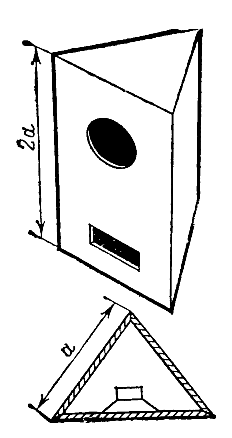


Рис. 72. Призмовидный фазоинвертор

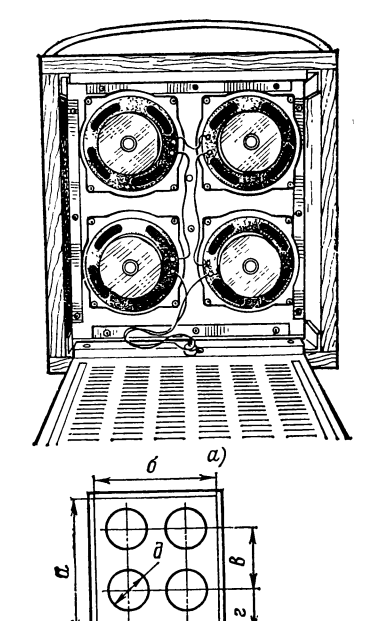


Рис. 73. Громкоговоритель с четырьмя головками

Первая задача при изготовлении такого громкоговорителя — приобретение четырех одинаковых головок. Подойдут, например, головки повышенной чувствительности (4ГД-8Е, 4ГД-35, 4ГД-4, 3ГД-1), но можно использовать и головки нормальной чувствительности (2ГД-8, 3ГД-38Е, 4ГД-28). Только после этого, пользуясь помещаемой здесь таблицей, можно определить размеры лицевой стенки ящика. Ширина боковых стенок может быть 90—150 мм.

Тип динамической головки	Размер, мм				
	а	*б*	*в*	*г*	*д*
2ГД-8	500	440	160	200	140
3ГД-1	470	420	150	185	130
3ГД-38Е	520	460	170	205	148
4ГД-4	580	510	205	225	176
4ГД-8Е	440	390	135	175	114
4ГД-28	580	510	205	225	176
4ГД-35	680	510	205	225	176

Головки крепят к лицевой панели с внутренней стороны ящика. Под диффузородержатели головок необходимо подложить суконные или фетровые прокладки-амортизаторы, а на крепежные шурупы или винты надеть резиновые шайбы-прокладки. С наружной стороны лицевую панель драпируют неплотной декоративной тканью.

Звуковые катушки головок соединяют последовательно или последовательно-параллельно (рис. 74) в зависимости от сопротивления нагрузки, на которую данный усилитель рассчитан. Кроме того, головки должны быть включены синфазно, т. е. так, чтобы при подаче сигнала их диффузоры перемещались в одном направлении. Если на головках отсутствуют пометки начала и конца обмотки звуковой катушки, маркировку выводов придется сделать самим с помощью батареи 3336Л. Подключая ее к выводам головки, замечают, в какую сторону перемещается диффузор—внутрь головки или наружу. Изменением полярности подключения добиваются перемещения диффузора наружу; у вывода головки, с которым соединен положительный вывод батареи, ставят знак «+». Так поступают со всеми головками. Затем соединяют выводы головок согласно выбранной схеме и провода подключают к разъему, установленному на задней стенке ящика. К готовому громкоговорителю, если он переносный, можно прикрепить ручку.

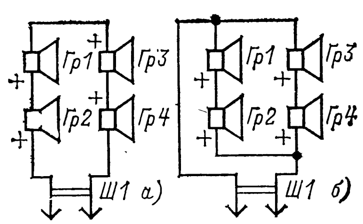


Рис. 74. Включение головок: *а* — последовательное; *б* — последовательно-параллельное

Громкоговоритель соединяют с усилителем двухпроводным шнуром длиной не более 2 м. При работе громкоговоритель не следует ставить близко к стене помещения.

ПЕРЕГОВОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

В переговорном устройстве, схема которого показана на рис. 75, работает блок-переходник УП1-1. Этот блок представляет собой усилитель (рис. 76), выполненный на двух транзисторах структуры *p-n-p*. В первом каскаде использован транзистор серии П27, обладающий сравнительно малыми собственными шумами, что позволяет применять УП1-1 для усиления слабых сигналов. Во вто-

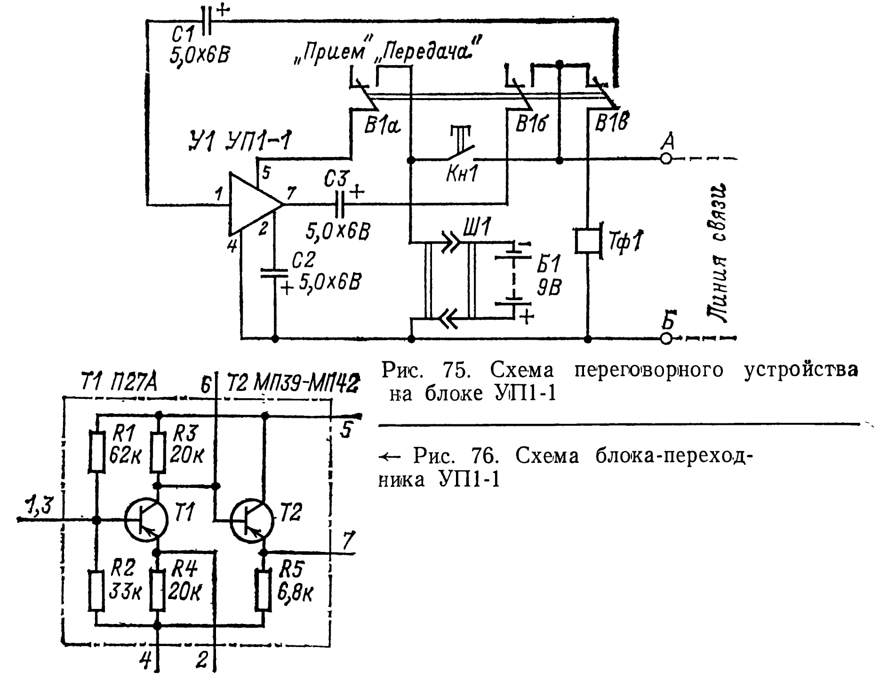


Рис. 75. Схема переговорного устройства на блоке УП1-1

← Рис. 76. Схема блока-переходника УП1-1

ром каскаде использован один из транзисторов серий МП39—МП42 (иногда ГТ108 или ГТ109) включенный по схеме эмиттерного повторителя. Благодаря этому выходное сопротивление усилителя сравнительно мало. Коэффициент усиления блока УП1-1 во многом зависит от выбранного режима работы и при напряжении источника питания 7,5—12 В может достигать 95.

Хотя в инструкции, прилагаемой к усилителю, сказано, что он предназначен для применения во входных каскадах усилителей НЧ, возможности его использования этим не исчерпываются. Примером служит предлагаемое переговорное устройство.

Чтобы в переговорном устройстве блок УП1-1 обеспечивал возможно большее усиление, резистор в цепи эмиттера первого транзистора блока (на рис. 76 *R4*) зашунтирован по переменному току конденсатором *C2* (включен между выводами *2* и *4*). Входной сигнал подается на вывод *1* через конденсатор *C1*. Усиленный сигнал снимается с вывода *7*.

Чтобы обеспечить связь между двумя пунктами, в каждом из них нужно установить по переговорному устройству и через зажимы *А* и *Б* соединить двухпроводной линией связи.

Рассмотрим работу переговорного устройства. Исходное положение переключателя *В1а — Приём.* При этом батарея питания *Б1* отключена от усилителя, а телефон *Тф1* подключен (через контакты секции *В1в* переключателя) к линии связи. Точно так же подключен к линии и телефон переговорного устройства на другом пункте связи.

Для вызова абонента надо несколько раз подряд нажать кнопку *Кн1.* При каждом нажатии батарея *Б1* будет подключаться к линии связи, и в телефонах обоих переговорных устройств появятся звуки, напоминающие щелчки. Услышав их, абонент должен нажать кнопку на своем устройстве, подтверждая готовность вести разговор. После этого переключатель *В1а* переводят в положение *Передача.* Телефон *Тф1* при этом подключается через секцию *В1в* ко входу усилителя, а выход усилителя соединяется через секцию *В1б* с линией связи. Телефон в это время используется как микрофон. Закончив сообщение, оператор переводит переключатель *В1а* в положение *Прием* и слушает абонента.

Телефон *Тф1* — один излучатель головных телефонов ТОН-2. Конденсаторы типа К50-3 или К50-6 на номинальное напряжение не менее 6 В. Переключатель *В1* движковый, от транзисторного приемника «Сокол». Кнопка *Кн1* самодельная, изготовленная из двух пружинящих полосок латуни.

Детали переговорного устройства можно разместить в корпусе малогабаритного приемника (рис. 77). Сверху в корпусе выпиливают отверстия под телефон и кнопку, а на узкой боковой стенке — под линейные зажимы. Усилитель УП1-1 и конденсаторы монтируют на плате из листового гетинакса толщиной 0,8—1 мм. Усилитель должен плотно прилегать к плате. На ней же укрепляют и переключатель *В1.* Предварительно переключатель дорабатывают — снимают по одному подвижному и неподвижному контакту с каждого края и сверлят на краях отверстия диаметром 2,5—3 мм. В эти отверстия вставляют винты и закрепляют переключатель на плате гайками. После этого в боковой стенке корпуса выпиливают отверстие под ручку переключателя, а затем сверлят отверстия для крепления платы.

Для проверки работоспособности переговорного устройства переключатель *В1* устанавливают в положение *Прием* и несколько раз нажимают кнопку. В телефоне должны прослушиваться звуковые щелчки. После этого подключают к зажимам второй телефон и, установив переключатель в положение *Передача,* говорят перед телефоном переговорного устройства. Если ошибок в монтаже нет, разговор должен быть отчетливо слышен во втором телефоне.

Другое переговорное устройство, структурная схема которого изображена на рис. 78, позволяет вести разговор одновременно двум абонентам, удаленным на расстояние до 500 м. В устройство каждого абонента входят усилитель, микрофон *Мк* и радиотрансляционный (абонентский) громкоговоритель *Гр.* Вторичная обмотка выходного трансформатора *Тр* усилителя через зажимы *А*, *Б* и линию связи соединена с громкоговорителем абонента. Разговор ведется без каких-либо коммутаций входных или выходных цепей усилителя. Чтобы предотвратить возбуждение усилителя из-за акустической обратной связи между громкоговорителем и микрофоном, предусмотрена автоматическая блокировка

усилителя, который в это время не используется. Когда, например, перед микрофоном разговаривает один из абонентов, выходное напряжение его усилителя выпрямляется диодом переговорного устройства второго абонента и закрывает его усилитель. При передаче сообщения вторым абонентом закрывается усилитель первого абонента.

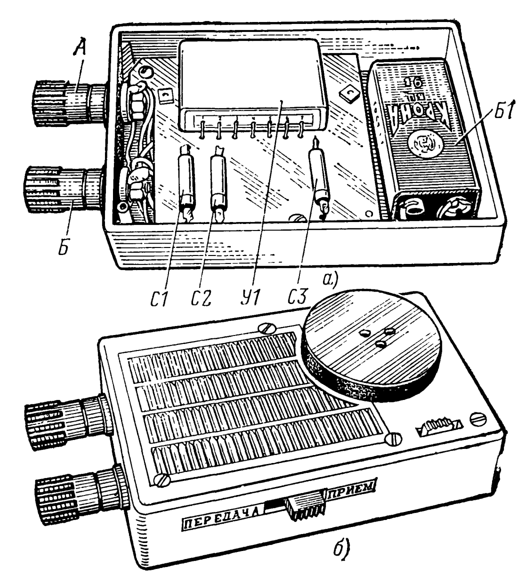


Рис. 77. Переговорное устройство на блоке УП1-1:

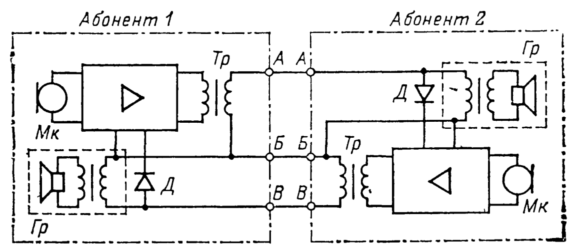


Рис. 78. Структурная схема переговорного устройства с абонентскими громкоговорителями

Схема усилителя переговорного устройства приведена на рис. 79. Это четырехкаскадный усилитель НЧ с двухтактным выходным каскадом. Транзисторы *Т1—Т3* первых трех каскадов включены по схеме с общим эмиттером. Смещение на их базы подается с соответствующих им делителей напряжения. Первый каскад охвачен местной отрицательной обратной связью по переменному току, регулируемой переменным резистором *R5*, что позволяет изменять усиление переговорного устройства. Для блокировки усилителя на базу транзистора *Т1* подается выпрямленное диодом *Д1* напряжение. Оно появляется только при разговоре второго абонента. Продолжительность закрывания усилителя после прекращения сигнала с линии зависит от емкости конденсатора *С3*, фильтрующего выпрямленное напряжение, и сопротивления резистора *R3*.

Третий каскад усилителя на транзисторе *Т3* согласующий. Со вторичной обмотки трансформатора *Тр1* усиленный сигнал поступает в противофазе на базы транзисторов *Т4* и *Т5* выходного каскада. Напряжение смещения на базы этих

транзисторов подается с делителя, образованного резистором *R15* и диодом *Д2*, включенным в прямом направлении. Диод стабилизирует режим работы выход-

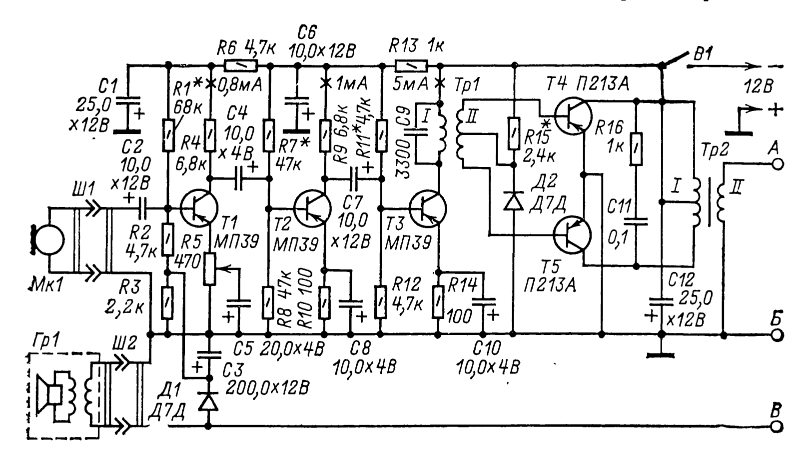


Рис. 79. Схема усилителя переговорного устройства с абонентскими громкоговорителями. (Средний вывод обмотки *I* трансформатора должен быть соединен с левым по схеме контактом выключателя)

ных транзисторов при изменении окружающей температуры. Если, например, температура повышается, то коллекторный ток выходных транзисторов увеличивается. При этом сопротивление диода и падение напряжения на нем, а значит, и напряжение смещения на базах транзисторов уменьшается. Это, в свою очередь, приводит к снижению тока коллектора транзисторов до первоначального значения. Как показала практика, стабильность режима работы обеспечивается в диапазоне температур от минус 20 до плюс 45°С.

В коллекторную цепь транзисторов выходного каскада включена первичная обмотка трансформатора *Тр2*. Напряжение звуковой частоты вторичной обмотки трансформатора (около 15 В) поступает в линию связи через зажимы *А—Б*.

Усилитель питается от источника постоянного тока напряжением 12 В. Потребление тока в режиме молчания 18—20 мА, а при максимальной громкости достигает 70 мА. На такой ток и должен быть рассчитан источник питания. Для предотвращения самовозбуждения усилителя источник питания зашунтирован конденсатором *C12*. Напряжение питания на второй каскад подается через фильтр *R13C6*, на первый каскад — через фильтр *R6C1*.

Транзисторы первых трех каскадов могут быть серий МП39—МП42 с коэффициентом передачи тока 20—40, выходного каскада — П213—П217 с любым буквенным индексом. Выходные транзисторы желательно установить на теплоотводящие радиаторы площадью поверхности 100—150 см². Диоды Д7Д можно заменить на Д7Е, Д7Ж. Все постоянные резисторы типа МЛТ на мощность рассеяния не менее 0,25 Вт. Переменный резистор *R5* — СП-I. Электролитические конденсаторы любого типа на номинальное напряжение не менее 12 В; конденсаторы *C9*, *C11* — БМ, МБМ. Микрофон *Мк1* типа МД-44, МД-55, МД-57, МД-33А или МЭМ-60.

Трансформаторы самодельные. Трансформатор *Тр1* наматывают на магнитопроводе сечением 1—1,5 см². Его обмотка *I* должна содержать 900 витков провода ПЭВ-1 0,1, обмотка *II* — 200+200 витков провода ПЭВ-1 0,18. Для трансформатора *Тр2* нужен магнитопровод сечением 2—2,5 см². Обмотка *I* — 150+ +150 витков провода ПЭВ-1 0,42, обмотка *II* — 400 витков такого же провода.

Громкоговоритель *Гр1* — любой абонентский, рассчитанный на напряжение радиотрансляционной сети 15 В. Его подключают к усилителю через разъем *Ш2*.

Питать переговорное устройство можно от сети переменного тока через

двухполупериодный выпрямитель, собранный по схеме, приведенной на рис. 80. Такой блок питания можно встроить в корпус переговорного устройства, при этом надобность в конденсаторе *С12* и выключателе *В1* усилителя отпадает.

Трансформатор питания наматывают на магнитопроводе Ш20×30. Обмотка *I* содержит 2200 витков провода ПЭВ-1 0,25 (для сети 127 В 1270 витков ПЭВ-1 0,3), обмотка *II* — 110 витков провода ПЭВ-1 0,7. Диоды *Д3—Д6* выпрямителя могут быть серий Д303, Д304, Д214, Д215.

Усилитель переговорного устройства монтируют в подходящем корпусе. Выключатель питания и регулятор громкости располагают на передней стенке корпуса усилителя, микрофон — на верхней панели. Рядом — абонентский громкоговоритель. Зажимы для подключения трехпроводной линии связи и разъемы для подключения микрофона и громкоговорителя устанавливают на задней стенке корпуса.

Если все детали исправны и нет ошибок в монтаже, усилитель налаживания не требует. При недостаточной громкости или значительных искажениях подбирают резисторы *R1*, *R7*, *R11* и *R15*, добиваясь наибольшей громкости без заметных на слух искажений сигнала звуковой частоты.

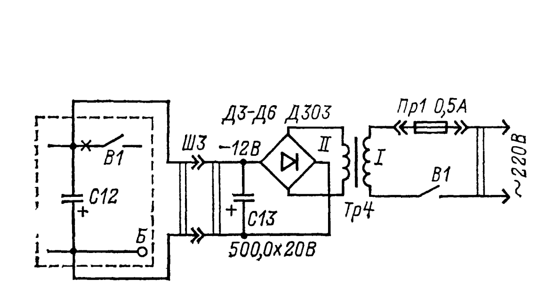


Рис. 80. Схема выпрямителя

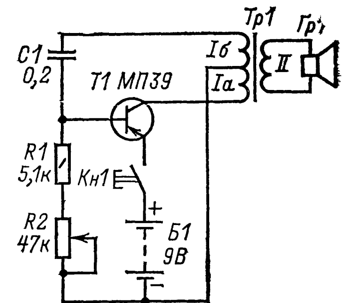


Рис. 81. Схема электронной домры

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Радиотехника положила начало конструированию и дальнейшему развитию электромузыкальных инструментов — ЭМИ. Так, изобретатель трехэлектродной электронной лампы Ли де Форест предложил в 1915 г. музыкальный инструмент с генератором на триоде. А в 1921 г. советский инженер и музыкант Л. Термен сконструировал первый практически применимый ЭМИ, названный по имени изобретателя «терменвоксом», и впервые в мире продемонстрировал исполнение концертной программы.

Инструмент представлял собой два генератора колебаний ВЧ, с одним из которых соединялся наружный металлический стержень. При поднесении руки к стержню изменялась емкость входной цепи генератора, а значит, и его частота. При этом частота биений генераторов уменьшалась, и появлялся звук, высота которого зависела от расстояния между рукой музыканта и стержнем инструмента.

Несколько позже появился целый ряд советских ЭМИ — ильстон, сонар, виолена, экводин, компанола и др. В послевоенные годы появляются эмиритон, новые конструкции компанолы и экводинов, электронные гармониумы, рояли. На многих современных ЭМИ можно получать звучание, приближающееся к оркестровому, и в то же время исполнять партии скрипок, фаготов, флейт и других инструментов. Сейчас имеются промышленные ЭМИ, предназначенные для домашнего пользования, оснащения небольших самодеятельных оркестров.

Конструирование ЭМИ — увлекательнейшее дело. Начать можно с такого простого ЭМИ, как, например, электронная домра.

ЭЛЕКТРОННАЯ ДОМРА

Схема такого устройства, имитирующего звуки домры, приведена на рис. 81. Транзистор *Т1*, первичная обмотка трансформатора *Тр1*, конденсатор цепи об-

ратной связи *C1* и два резистора в базовой цепи транзистора образуют генератор, вырабатывающий колебания звуковой частоты. Частота колебаний, а значит, и высота звука, создаваемого головкой *Гр1*, подключенной к обмотке *II* трансформатора, зависит от положения движка переменного резистора. При перемещении движка резистора вверх по схеме высота звука растет, нижнее положение движка соответствует минимальной высоте звука.

Частотный диапазон устройства определяется изменением сопротивления резистора и составляет при указанных на схеме номиналах деталей три октавы «Смещение» этого диапазона в ту или другую сторону производят подбором конденсатора *C1*. Напряжение питания (две последовательно соединенные батареи 3336Л) генератора включают кнопкой *Кн1*.

Транзистор может быть любой из серий МП39—МП42. Резистор *R1*— МЛТ-0,25, переменный резистор *R2* — СП-1, конденсатор *C1* — МБМ. Трансформатор *Тр1* можно намотать на магнитопроводе сечением 3—4 см². Секции *а* и *б* обмотки *I* содержат по 300 витков провода ПЭВ-1 0,5—0,25, обмотка *II* — 40 витков провода ПЭВ-1 0,4—0,8. Между обмотками следует сделать бумажную прокладку. Кнопку можно сделать из двух пластинок из листовой латуни толщиной 0,5—1 мм или использовать готовую любой конструкции. Головка *Гр1*—1ГД-18, 1ГД-28 или другая мощностью 1—2 Вт.

Детали генератора размещают и монтируют в конструкции, напоминающей внешним видом домру (можно внутри балалайки, мандолины). На лицевой стенке (деке) корпуса укрепляют головку и переменный резистор. Под диффузор головки предварительно вырезают отверстие, которое закрывают декоративной тканью.

Как правило, устройство не требует налаживания. Если, однако, при нажатии кнопки звука не будет, это укажет на неправильное включение цепи обратной связи генератора. В таком случае надо изменить порядок включения выводов секции *а* или *б* обмотки *I* трансформатора.

Техника игры несложная: мелодию «подбирают» вращением ручки переменного резистора и периодическим нажатием кнопки. Требуется, разумеется, некоторая сноровка.

МУЗЫКАЛЬНАЯ ШКАТУЛКА

Она представляет собой генератор НЧ, рассчитанный на получение звуков в пределах одной октавы (рис. 82,*а*). Катушка *L1* и конденсатор *C2*, образующие колебательный контур, определяют частоту колебаний генератора. Параллельно контуру подключена цепь из последовательно соединенных конденсатора *C1* и переменного резистора *R1*, позволяющая плавно изменять частоту генератора в пределах одной октавы. Головка *Гр1* преобразует колебания генератора в звук.

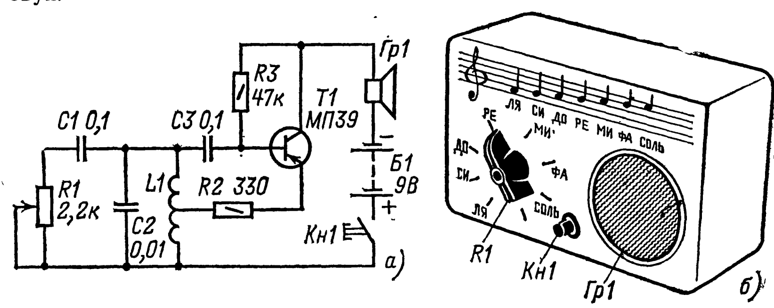


Рис. 82. Музыкальная шкатулка

Катушку *L1* наматывают на бумажном каркасе диаметром 8—10 мм со щечками. Она содержит 300 витков провода ПЭВ-1 0,08—0,12 с отводом от середины. Можно также использовать обмотку малогабаритного согласующего или

выходного трансформатора, имеющую отвод от середины. Но при этом несколько изменится частота колебаний генератора, и ее придется подстраивать при налаживании подбором конденсатора *С2*. Так, например, если высоту тона звука необходимо увеличить, то емкость конденсатора *С2* следует уменьшить, и наоборот. Если катушку трансформатора снять с сердечника магнитопровода, частота колебаний генератора повысится.

Транзистор может быть любой из серий МП39—МП42. Переменный резистор *R1* — СП-I, постоянные резисторы МЛТ-0,25. Конденсаторы типа БМ, МБМ. Источник питания — «Крона» или две последовательно соединенные батареи 3336Л. Кнопка *Кн1*, работающая как выключатель питания, может быть любой конструкции. Головка *Гр1* — электромагнитный телефонный капсюль ДЭМ-3М.

Конструкция музыкальной шкатулки показана на рис. 82,*б*. Это небольшая фанерная или пластмассовая коробка, на передней стенке которой укреплены головка, кнопка и переменный резистор. Остальные детали смонтированы на гетинаксовой плате, находящейся внутри коробки.

Настраивать музыкальную шкатулку нужно по камертону или баяну, аккордеону, пианино. Когда звучание ноты «ля» камертона и шкатулки совпадут, против положения ручки переменного резистора на корпусе шкатулки ставят риску и пишут название ноты. Отградуированная таким образом музыкальная шкатулка может стать наглядным пособием для изучающих музыкальную азбуку. На ней можно исполнять и несложные мелодии. Для этого ручку переменного резистора надо быстро устанавливать против соответствующих рисок и нажимать кнопку.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОРГАН

Принципиальная схема этого ЭМИ изображена на рис. 83. Он представляет собой генератор колебаний восьми фиксированных частот с двухкаскадным усилителем НЧ. Изменение частоты колебаний осуществляется включением в контур генератора восьми конденсаторов *С1*—*С8* кнопками *Кн1*—*Кн8*. При нажатии

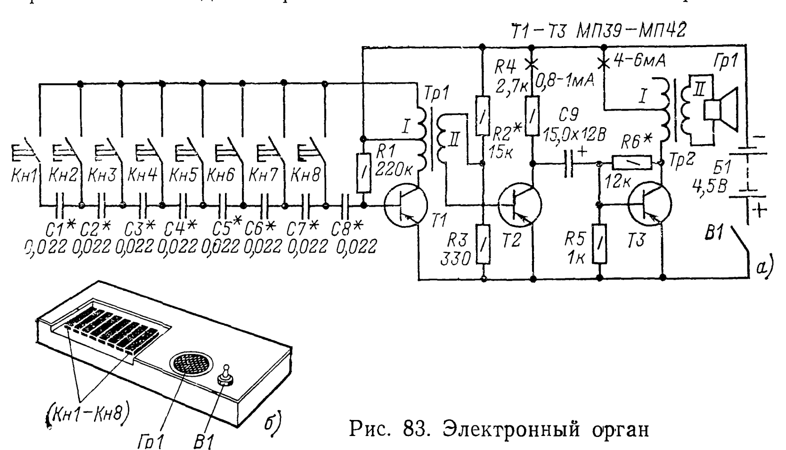


Рис. 83. Электронный орган

кнопки *Кн8* в контур включается конденсатор *С8*. Если нажата кнопка *Кн7* (кнопка *Кн8* должна быть отпущена), последовательно с конденсатором *С8* включается конденсатор *С7*. А при нажатии кнопки *Кн6* в контур будут включены три последовательно соединенных конденсатора: *С6*, *С7*, *С8*. При нажатии последующих кнопок в контур будут включаться дополнительные конденсаторы, что ведет к уменьшению общей емкости и, следовательно, к повышению частоты генератора, а значит и тона звука. Самый низкий тон будет при нажатии кнопки *Кн8*, а самый высокий — при нажатии кнопки *Кн1*.

А если нажать сразу несколько кнопок? Звук будет только одной тональности. Предположим, нажаты одновременно кнопки *Кн7*, *Кн6*, *Кн5*. В этом случае

в контур включатся конденсаторы *С8* и *С7*, а конденсаторы *С6* и *С5* окажутся замкнутыми кнопкой *Кн7*. При нажатии одновременно нескольких кнопок звук будет той тональности, которой соответствует ближняя к конденсатору *С8* нажатая кнопка.

Во время работы генератора во вторичной обмотке трансформатора *Тр1* появляется сигнал звуковой частоты, который усиливается двумя каскадами усилителя НЧ, собранного на транзисторах *Т2* и *Т3*, и преобразуется головкой *Гр1* в звуковые колебания. Напряжение смещения на базу транзистора *Т2* подается с делителя *R2R3* через обмотку *II* трансформатора, на базу транзистора *Т3* — с делителя *R6R5*.

Все транзисторы могут быть серий МП39—МП42 с коэффициентом $h_{21Э}$ не менее 20.

Трансформаторы готовые, от малогабаритных приемников с двухтактным усилителем мощности: *Тр1* — согласующий, *Тр2* — выходной. Головка *Гр1* — 0,15ГД-1 или любая другая мощностью до 0,25 Вт со звуковой катушкой сопротивлением не более 10 Ом. Выключатель питания *В1* любой малогабаритный. Источник питания — батарея 3336Л или три элемента 332. Потребляемый ток не превышает 10 мА.

Конструкция электронного органа показана на рис. 83,*б*. Детали размещены в корпусе прямоугольной формы. На лицевой панели укреплены головка и выключатель питания. В углублении находятся клавиши, которые при нажатии замыкают контакты *Кн1*—*Кн8*. Конструкция клавиатуры может быть любой, важно лишь, чтобы замыкающиеся контакты надежно включали в контур конденсаторы при легком нажатии клавиши.

Рекомендуемый режим работы транзистора *Т3* устанавливают подбором резистора *R6*, режим транзистора *Т2* — подбором резистора *R2*. Конденсаторы *С1*—*С8* должны быть подобраны так, чтобы получились фиксированные тона от «до» (или «ля») первой октавы до «до» (или «ля») второй с интервалами в один тон. Настройку производят по звукам рояля, пианино, аккордеона или другого образцового музыкального инструмента. Сначала, нажав клавишу — кнопку *Кн8*, подбором конденсатора *С8* настраивают генератор на частоту первого исходного тона — «до» или «ля» первой октавы (эта клавиша должна быть на левом, со стороны музыканта, конце клавиатуры). Затем нажимают клавишу *Кн7* и подбором конденсатора *С7* добиваются звучания следующего тона—«ре» (или «си»), и т. д. При подборе нужных емкостей конденсаторов можно соединять последовательно или параллельно несколько конденсаторов. Небольшое «смещение» музыкального строя органа можно осуществить соответствующим подбором резистора *R1*, а установку желательного тембра звучания — подключением параллельно первичной обмотке трансформатора *Тр2* конденсатора емкостью 0,01—0,05 мкФ.

Электронная часть органа может быть выполнена по схеме, приведенной на рис. 84. Это тоже генератор НЧ, в котором работают транзисторы *Т1* и *Т2*

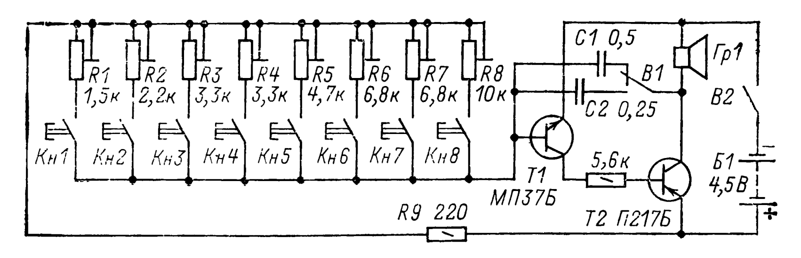


Рис. 84. Схема электронного органа с подстроечными резисторами

разных структур. Частота колебаний генератора определяется сопротивлением одного из подстроечных резисторов *R1*—*R8*, включаемых кнопками *Кн1*—*Кн8*, и емкостью конденсатора *С1* или *С2*. С конденсатором *С1* (замыкающий контакт переключателя *В1* в верхнем по схеме положении) частота генератора соответ-

ствует звуковым частотам первой октавы, а с конденсатором *С2* — второй октавы.

Транзистор *Т1* структуры *n-p-n* может быть МП38, МП38А. Транзистор П217Б можно заменить на П217А, П214А, П214Б, П214Г с максимально возможным коэффициентом $h_{21Э}$ (не менее 50). Подстроечные резисторы типа СП-I или другие, резисторы *R9*, *R10* — МЛТ-0,25. Головка *Гр1* мощностью 0,5—1 Вт, например 1ГД-18, 1ГД-28.

Настройка органа сводится к установке движков подстроечных резисторов для получения соответствующего тона. Если при этом сопротивление какого-то резистора будет недостаточно для получения нужной частоты колебаний генератора, последовательно с ним включают постоянный резистор такого сопротивления, чтобы нужная частота получалась примерно при среднем положении движка резистора.

ВТОРАЯ «ЖИЗНЬ» ДЕТСКОГО РОЯЛЯ

Первое время после приобретения рояля-игрушки он пользуется у малышей большим успехом. Но вскоре, как и другие игрушки, предается забвению. Но если в рояле сделать некоторые доработки и придать ему электронный «голос», рояль вновь заинтересует малышей.

Схема электронной «начинки» рояля приведена на рис. 85. На транзисторах *Т1* и *Т2* собран генератор вибрато, вырабатывающий колебания сравнительно

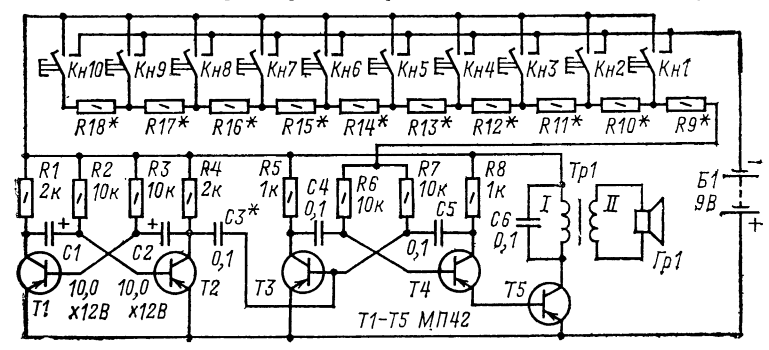


Рис. 85. Схема электронной «начинки» рояля

низкой частоты (5—7 Гц), а на транзисторах *Т3* и *Т4* — генератор тона, частота которого может изменяться скачками от 260 до 660 Гц (от «до» первой октавы до «ми» второй) включением цепочки резисторов *R9*—*R18*. С этими резисторами соединены группы контактов *Кн1*—*Кн10* клавиатуры. При нажатии той или иной клавиши замыкается соответствующая ей группа контактов, подключая к генератору определенное число добавочных резисторов. При нажатии клавиши группы контактов *Кн10* звучит тон «до», при замыкании группы контактов *Кн9* — тон «ре» и т. д. Музыкальный диапазон инструмента зависит от номинала резисторов *R6*, *R7* и может быть «смещен» в ту или иную сторону соответствующим подбором этих резисторов.

Колебания генератора усиливаются транзистором *Т5* и поступают через трансформатор *Тр1* на динамическую головку *Гр1*, которая преобразует их в звуковые колебания.

На базу транзистора *Т3* генератора тона поступают через конденсатор *С3* колебания генератора вибрато. В результате частота генератора тона изменяется в небольших пределах с частотой генератора вибрато, и звук в головке как бы вибрирует, что создает приятный певучий оттенок исполняемой мелодии.

Для питания электронного рояля используется источник постоянного тока напряжением 9 В (две последовательно соединенные батареи 3336Л). Выключателя питания нет. Его роль выполняют группы контактов с двойным замыканием при нажатии клавиши. При нажатии клавиши сначала замыкается пара

контактов, подключающая к генератору тона определенное число добавочных резисторов, а затем (при дальнейшем движении клавиши) контакт, соединенный с источником питания. Это позволяет также устранить неприятные щелчки в головке, присущие подобным электромузыкальным инструментам с подачей питания через выключатель.

Вместо указанных на схеме транзисторов можно применить любые другие транзисторы серий МП39—МП42. Конденсаторы могут быть типа БМ, МБМ (*С3—С6*) и К50-3 (*С1, С2*), резисторы — МЛТ-0,25. Трансформатор *Тр1* — выходной малогабаритного приемника (используется половина первичной обмотки). Головка *Гр1* мощностью 0,1—0,25 Вт, например 0,1 ГД-6.

Основные детали генераторов тона и вибрато монтируют на плате размерами 140×60 мм из изоляционного материала (текстолита, гетинакса), а добавочные резисторы *R9—R18* — непосредственно между пластинами контактных групп клавиатуры, собранных на планке из изоляционного материала толщиной 3—5 мм. Устройство контактной группы показано на рис. 86. Она состоит из трех

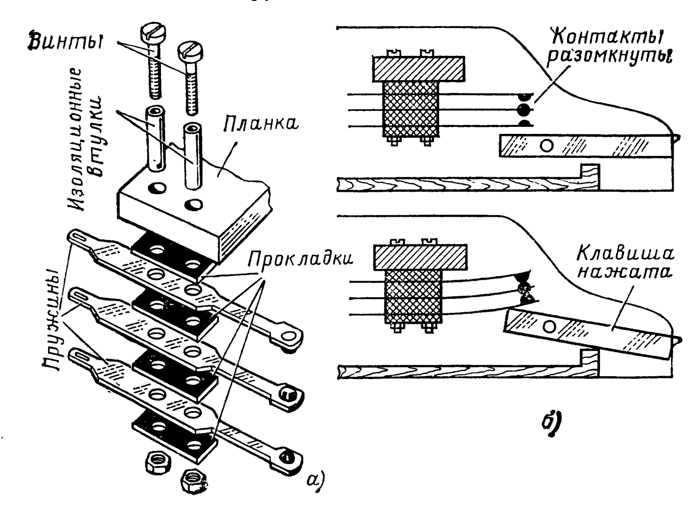


Рис. 86. Контактная группа

контактных пружин (от электромагнитных реле типа РКН или пластинки из фосфористой бронзы), между которыми при сборке группы устанавливают изоляционные прокладки. В отверстия прокладок и пружин вставляют изоляционные втулки, через которые пропускают винты. С помощью этих винтов и гаек контактную группу прикрепляют к планке.

Размещение элементов и узлов в корпусе рояля показано на рис. 87. К боковым брускам подставки крепят планку с группами контактов с добавочными резисторами. Крышку укрепляют шурупами, чтобы удобнее было снимать ее при замене батарей питания.

Налаживание сводится в основном к подбору резисторов *R9—R18*. Но сначала проверяют общую работоспособность инструмента. Вывод конденсатора *С3* отпаивают от базы транзистора *Т3*, а верхние по схеме выводы резисторов *R6*, *R7* соединяют проволочной перемычкой с проводником, идущим к контактным группам. Если детали исправны, правильно выполнен монтаж, то при нажатии любой клавиши в головке будет слышен звук частотой около 1000 Гц. Затем перемычку удаляют, а резистор *R9* временно заменяют переменным, сопротивлением 6,8—10 кОм. Нажав клавишу группы контактов *Кн1*, переменным резистором устанавливают частоту генератора, соответствующую тону «ми» второй октавы (659 Гц). Для контроля частоты можно пользоваться баяном, аккордеоном или роялем, с помощью которых прослушивают звучание того же тона. После получения нужного результата измеряют введенное сопротивление

переменного резистора и устанавливают в рояль постоянный резистор такого же сопротивления.

Аналогично настраивают генератор при нажатии остальных клавишей ЭМИ, добиваясь частоты колебаний соответственно 587, 523, 494, 440, 392, 349, 249 и 262 Гц.

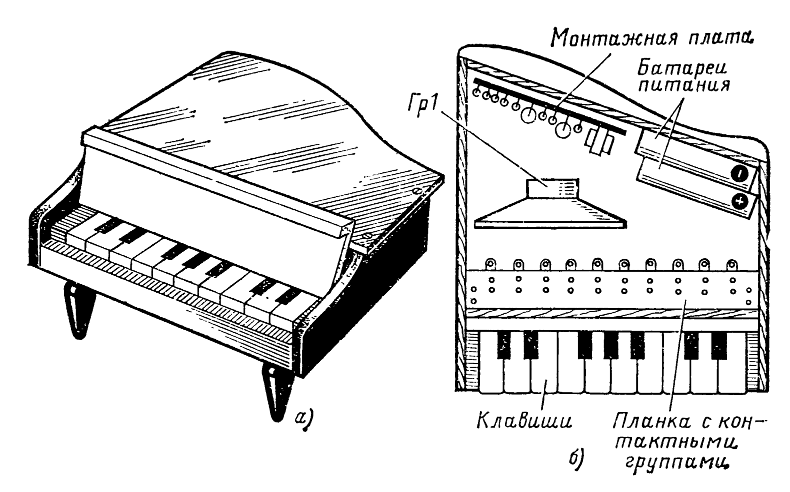


Рис. 87. Электронный рояль

Необходимые частоты генератора тона можно также установить и методом фигур Лиссажу с помощью осциллографа и генератора звуковой частоты.

В последнюю очередь проверяют работу генератора вибрато, подключенного к генератору тона. Желательную глубину вибрато устанавливают подбором конденсатора *С3* или включением последовательно с ним резистора сопротивлением 100—470 кОм.

Принципиальная схема другого, более сложного варианта ЭМИ на базе рояля-игрушки показана на рис. 88. Такой вариант позволяет с помощью звукоснимателей *Зс1* и *Зс2* преобразовывать механические колебания струн-вибраторов в электрические сигналы, усиливать их (блоки *У1*, *У2*, *У3*) и воспроизводить через вынесенный громкоговоритель *Гр1*. Кроме того, с помощью элементов управления можно будет включать дополнительные блоки музыкальных эффектов (блоки *У4*, *У5*) и добиваться необычного звучания исполняемой мелодии.

При нажатии клавиши происходит удар по соответствующей ей струне, длина которой определяет ее музыкальный тон. Струны рояля-игрушки закреплены на обойме, поэтому их колебания передаются и обойме. И если к ней прикрепить электрический звукосниматель, то механические колебания струн будут преобразованы в электрические сигналы.

Конструкция этой части ЭМИ показана на рис. 89. Обойму *1*, предварительно отвинтив крепящие ее шурупы, надо вместе со струнами вынуть из корпуса рояля. Спилить или срезать острым ножом боковые щечки *7* примерно на 6 мм, прикрепить к ним резиновые прокладки *8*, положить на них обойму, наклеить на нее резиновые прокладки *6* и гетинаксовые планки *5*, а затем укрепить обойму на боковых щечках. На обойме, отступив от ее концов на 40 мм, крепят звукосниматели, роль которых могут выполнять головные телефоны *3* (ТОН-2) без крышек и мембран. Телефоны опиливают по ширине обоймы и крепят так, чтобы расстояние между их электромагнитами и обоймой было 0,3—0,7 мм.

Как работают такие звукосниматели? Колебания струн передаются обойме и электромагнитам телефона. Однако амплитуда колебаний электромагнитов намного меньше, чем обоймы, поскольку между ними стоят резиновые прокладки *2*. Следовательно, изменяется расстояние между электромагнитами телефонов и

обоймой, а значит, и величина магнитного потока, пересекающего обмотки телефона. При этом в обмотках телефонов индуцируется переменная ЭДС частотой, равной частоте колебаний струн.

Применение двух звукоснимателей позволяет получить более равномерную амплитуду сигнала в рабочем диапазоне частот рояля. Но это будет справедливо лишь при правильном включении обмоток звукоснимателей, которое определяют при налаживании ЭМИ.

Колебания звуковой частоты от звукоснимателей, соединенных параллельно, подают на вход блока *У1* (рис. 88), являющегося предварительным усилителем

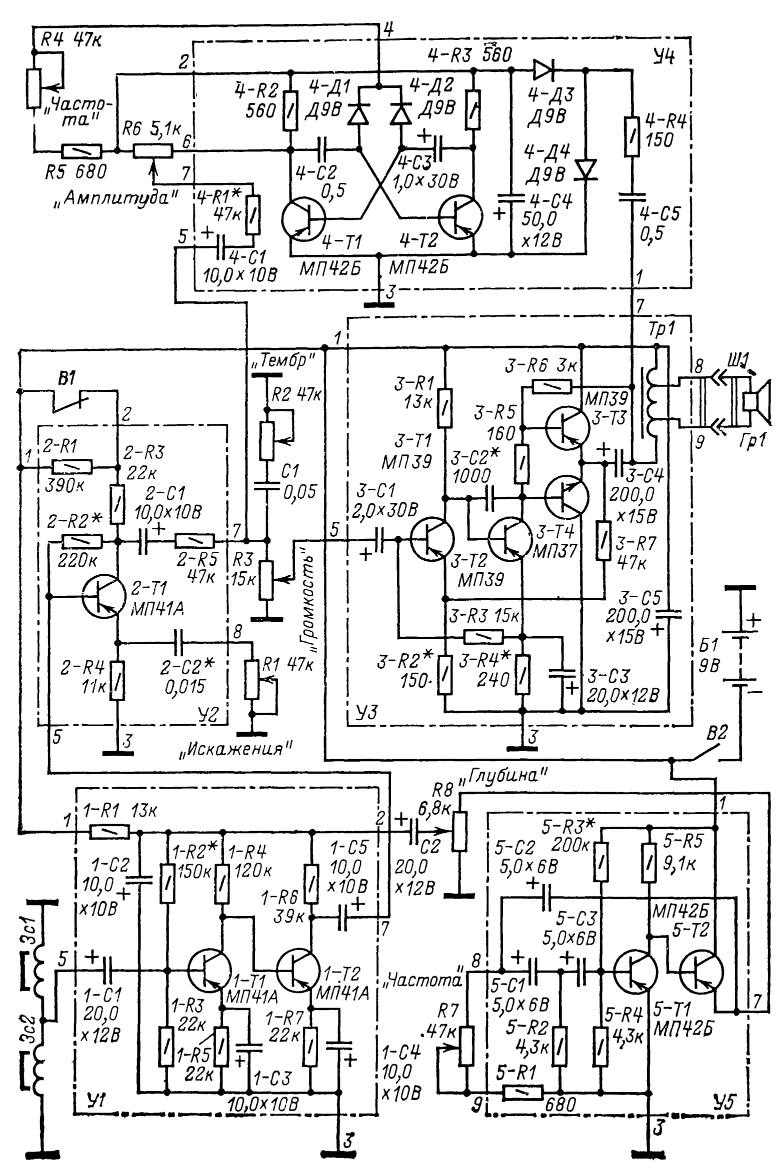


Рис. 88. Схема электронного рояля

НЧ. Чтобы снизить собственные шумы усилителя, транзисторы работают при малых коллекторных токах. Напряжение питания на усилитель поступает через вывод *1*. Выходной сигнал НЧ (вывод *7*) поступает на блок *У2*, создающий так называемый фас-эффект, обогащающий звучание рояля гармониками высших частот.

Блок *У2* представляет собой однокаскадный усилитель с сильной отрицательной обратной связью, образованной резистором *2-R4*. Глубину связи можно плавно изменять переменным резистором *R1* (*Искажения*), вынесенным за пределы блока. Нагрузкой каскада является резистор *2-R3*. С него выходной сигнал подается далее через цепь *2-C1*, *2-R5* на регулятор громкости *R3* и через цепь *C1R2* на регулятор тембра *R2*.

При размыкании контактов выключателя *B1* последовательно с резистором *2-R3* включается резистор *2-R1*, отчего сопротивление коллекторной нагрузки транзистора *2-T1* резко возрастает. При этом усиливаемый сигнал начинает искажаться — вместо синусоидального он становится прямоугольным, с большим содержанием гармоник.

С движка переменного резистора *R3* (*Громкость*) сигнал поступает на вход блока *У3*, представляющего собой усилитель мощности. Его номинальная выходная мощность составляет 0,15 Вт при входном сигнале амплитудой 20—30 мВ. Как и предварительный усилитель (блок *У1*), он выполнен с непосредственной связью между каскадами. Для термостабилизации усилителя и снижения нелинейных искажений в нем введены две отрицательные обратные связи: по постоянному (резистор *3-R3*) и переменному (*3-RT*) току. Нагрузка *Гр1* подключена к выходу усилителя через автотрансформатор *Тр1*.

Сигнал с выхода блока *У3* одновременно поступает и на блок *У4*, предназначенный для получения так называемого уи-эффекта. Этот звуковой эффект заключается в том, что каждый тон рояля сопровождается окончанием, похожим на звук «уи». Блок представляет собой несимметричный мультивибратор, источником питания которого является низкочастотный сигнал усилителя мощности. Низкочастотные колебания, появляющиеся при ударе по клавише рояля, выпрямляются диодами *4-Д3* и *4-Д4* и заряжают конденсатор *4-C4*. При определенном напряжении на конденсаторе начинает генерировать мультивибратор и сигнал с одного из его плеч (резистора *4-R2*) подается через выводы *2*, *6* и переменный резистор *R6* на регулятор громкости *R3*, т. е. на вход усилителя. Правда, сигнал этот меньше основного, поступающего с блока *У2*, и не создает каких-либо помех. Но, когда основной сигнал исчезает (по окончании звучания струны данного тона рояля), напряжение на конденсаторе *4-C4* падает, частота колебаний мультивибратора плавно возрастает, а затем колебания срываются. Из громкоговорителя будет слышен звук, похожий на «уи». Тональность его можно регулировать переменным резистором *R4* (*Частота*), а громкость — резистором *R6* (*Амплитуда*). Для отключения этого блока движок резистора *R6* устанавливают в левое по схеме положение, уменьшая тем самым амплитуду сигнала до нуля.

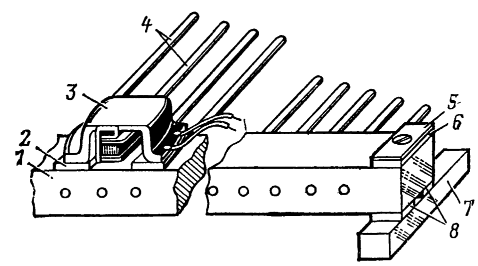


Рис. 89. Крепление звукоснимателя к обойме рояля

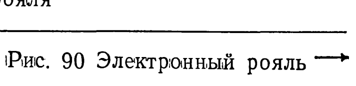
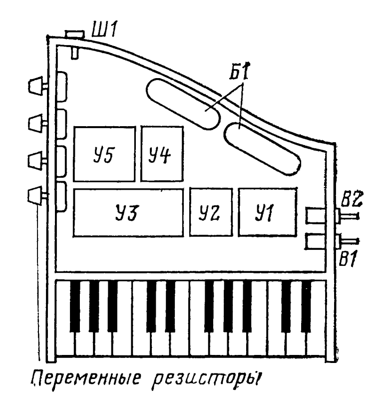


Рис. 90 Электронный рояль ⟶



Блок *У5* создает эффект «тремоло», периодически изменяя громкость звучания с частотой 3—15 Гц. Он представляет собой *RC*-генератор, выполненный на двух транзисторах. Генерация возникает благодаря фазосдвигающей цепи положительной обратной связи между каскадами. Частоту колебаний генератора изменяют переменным резистором *R7*. Нагрузкой генератора служит переменный резистор *R8*. С его движка колебания генератора поступают через конденсатор *С2* в цепи питания транзисторов предварительного усилителя (блок *У1*). В результате происходит своеобразная амплитудная модуляция усиливаемых колебаний, глубину которой можно изменять переменным резистором *R8*, а частоту — резистором *R7*. Если движок резистора *R8* установить в нижнее по схеме положение, эффекта «тремоло» не будет.

Схема размещения деталей и блоков в корпусе рояля-игрушки показана на рис. 90. Детали блоков монтируют на отдельных платах из стеклотекстолита или гетинакса толщиной 1,5 мм, которые крепят к дну корпуса рояля. Переменные резисторы, выключатели и гнездовую колодку разъема *Ш1* размещают на боковых стенках.

Транзистор МП37 блока *У3* можно заменить на МП38, МП101—МП103, МП111, МП113; остальные транзисторы во всех блоках могут быть любыми из серий МП39 — МП42 со статическим коэффициентом передачи тока базы не менее 20. Диоды Д9В можно заменить на Д9Б, диоды Д9Г — на Д9Е, Д2А, Д2В. Все электролитические конденсаторы могут быть типа К50-3, К50-6, остальные конденсаторы — МБМ, КТ, КДС, К10-7. Переменные резисторы — СП-1, постоянные — МЛТ-0,25. Выключатели *В1* и *В2* — тумблер ТВ2-1.

Автотрансформатор *Тр1* наматывают на магнитопроводе Ш6×12. Его обмотка должна содержать 300 витков провода ПЭВ-1 0,3 с отводами от 40-го и 140-го витков считая от нижнего по схеме вывода.

Динамическая головка *Гр1* — любая мощностью 0,2—1 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 4—8 Ом. Если будет головка 0,5ГД-14 со звуковой катушкой сопротивлением 28 Ом, то можно обойтись без автотрансформатора, включив ее между выводом *7* блока *У3* и выводом *1* блока *У4*. Головку размещают в самодельном ящике или готовом корпусе, например, от абонентского громкоговорителя и выводят от нее двухпроводный шнур длиной 2—3 м для соединения с усилителем.

Налаживание ЭМИ начинают с усилителя НЧ. Предварительный усилитель *У1* и усилитель мощности *У3* соединяют по схеме, показанной на рис. 91. Дви-

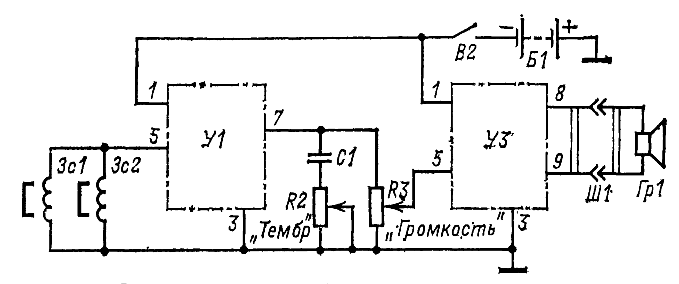


Рис. 91. Схема соединения блоков при настройке рояля

жок резистора *R6* устанавливают в левое по схеме (рис. 88) положение, а резистора *R8* — в нижнее. Включив питание, измеряют напряжение между эмиттером транзистора *3-Т3* и выводом 3 блока *У3*. Оно должно быть равно половине напряжения источника питания и может быть установлено подбором резистора *3-R4* этого блока.

После этого можно попытаться сыграть что-нибудь на рояле. Движок переменного резистора *R3* (*Громкость*) должен находиться в верхнем положении или близко к нему, если звучание достаточно громкое. Если при этом будут сильно подчеркиваться высшие звуковые частоты даже при небольшом уровне громкости, их «срезают» подбором конденсатора *3-С2*. Искажения звука устраняют подбором резистора *3-R2* (на время налаживания этот резистор можно

заменить переменным, сопротивлением 200—300 Ом) и, если нужно, подбором еще резистора *1-R2* блока *У1*. Правильность соединения звукоснимателей проверяют изменением включения их выводов. Оставляют такое включение при котором громкость наибольшая.

Далее, восстановив соединение блоков по принципиальной схеме, проверяют режим работы транзистора *2-Т1* блока *У2*. Включив миллиамперметр между выводами *1* и *2* и разомкнув контакты выключателя *В1*, подбором резистора *2-R2* добиваются, чтобы миллиамперметр показывал ток 0,2—0,25 мА.

При проверке работы блока *У4* (вращая ось резистора *R6* из одного крайнего положения в другое) может возникнуть возбуждение усилителя. Тогда надо будет подобрать резистор *4-R1*, но так, чтобы громкость «уи-эффекта» осталась достаточной.

Работу блока *У5* проверяют измерением переменного напряжения на резисторе *R8*. Если генератор работает, вольтметр должен показывать напряжение 3—4 В, которое можно немного изменить переменным резистором *R7*. Устойчивой генерации добиваются подбором резистора *5-R3*.

ЭЛЕКТРОГИТАРА

Электроника позволяет усилить звучание гитары и тем самым сделать ее полноправным инструментом любого эстрадного ансамбля.

Самое простое решение этого вопроса — приобрести специальный звукосниматель, укрепить его на деке гитары и подключить звукосниматель к усилителю НЧ. И гитара превратится в ЭМИ.

Но звукосниматель гитары может быть самодельным (рис. 92). Понадобится плоский магнит *4* размерами 12×64 мм и толщиной 5—6 мм, намагниченный вдоль коротких сторон (можно составить из двух магнитов меньшей длины).

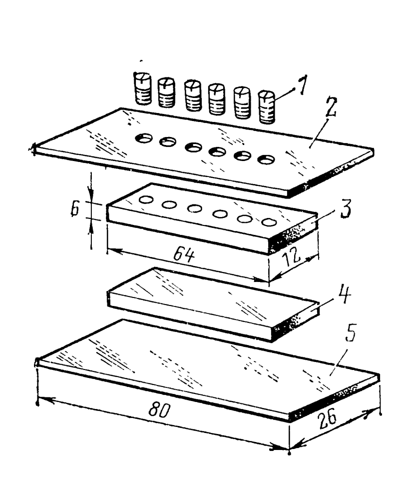


Рис. 92. Устройство звукоснимателя электрогитары

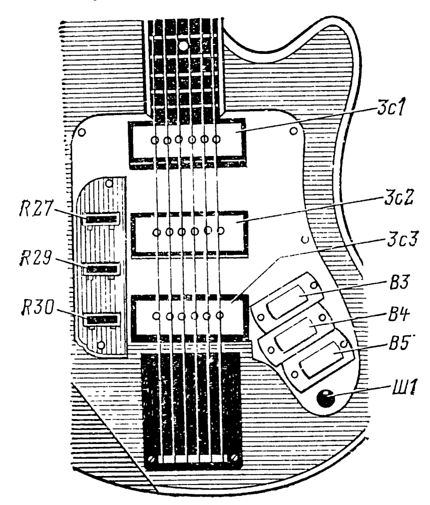


Рис. 93. Внешний вид корпуса электрогитары

Его прикрепляют (например, на клей) к щечке *5* из изоляционного материала (гетинакса, текстолита, оргстекла). Сверху на магнит накладывают пластину *3* из магнитного материала (стали, железа), в которой предварительно просверлены отверстия и в них нарезана резьба М5. Расстояние между центрами отверстий должно равняться расстоянию между струнами гитары. К пластине прикрепляют щечку *2* (из такого же материала как щечка *5*), и через отверстия в ней ввертывают в пластину стальные (или железные) подстроечные винты *1* с прорезями под жало отвертки. Между щечками *2* и *5* на магнит и пластину

наматывают 450—500 витков провода ПЭЛШО 0,07—0,09 (можно провод марки ПЭВ, предварительно обернув магнит и пластину 1—2 слоями бумажной ленты).

Звукосниматель укрепляют на деке гитары так, чтобы головки подстроечных винтов (они должны быть ввернуты в пластину наполовину) были расположены напротив струн на расстоянии 1—2 мм. При подключении звукоснимателя к усилителю НЧ (его чувствительность должна быть 15—30 мВ, так как сигнал магнитного звукоснимателя небольшой) громкость звучания струн будет неодинаковой. Это объясняется тем, что струны гитары имеют различную толщину и индуцируемая в обмотке звукоснимателя ЭДС будет также различной: большой при колебании толстой струны и наоборот. Для получения одинаковой ЭДС, индуцируемой всеми струнами, нужно подобрать расстояние между струнами и головками подстроечных винтов. Делают это на слух при вращении винтов отверткой.

У современной электрогитары нет резонирующей коробки, поскольку нужда в ней отпала: звукосниматель преобразует механические колебания струн в электрические сигналы, которые затем усиливаются. Поэтому конструкция электрогитары значительно упростилась для самостоятельного повторения. Кроме того, на корпусе электрогитары стали укреплять не один, а два, три и даже четыре звукоснимателя. Делают это для выделения вполне определенных колебаний.

Как известно, звук гитары состоит из основного тона и обертонов (колебаний, кратных по частоте основному тону), уровень которых по отношению к основному тону повышается по мере приближения к порожку. Звукосниматель, установленный у порожка, будет выделять обертоны, а ближе к грифу — основной тон. Чтобы получить более плавное изменение соотношения между основным тоном и обертонами, между порожком и грифом размещают несколько звукоснимателей, которые могут быть подключены к усилителю как в отдельности, так и совместно в различных сочетаниях. Для этого на корпусе гитары устанавливают соответствующее число выключателей или переключателей.

Примером может служить конструкция соло-ритм гитары, показанная на рис. 93. На ней три самодельных звукоснимателя с подстроечными винтами, три выключателя и столько же регуляторов громкости. Каждый регулятор громкости подключен к «своему» звукоснимателю и выключателем может быть подключен ко входу электронной приставки, через которую сигнал электрогитары подается на вход мощного усилителя НЧ.

Принципиальная схема приставки приведена на рис. 94. Звукосниматели, регуляторы громкости и выключатели электрогитары (на схеме обведены штрихпунктирными линиями) соединяют с приставкой двухпроводным кабелем через разъем *Ш1*. Выключателем *В3* к приставке подключают регулятор громкости *R27*, соединенный со звукоснимателем *Зс1*, установленным у грифа гитары. Звукосниматель *Зс2* установлен между грифом и порожком, а звукосниматель *Зс3* возле порожка. Регуляторы громкости *R29* и *R30* звукоснимателей *Зс2* и *Зс3* подключают ко входу приставки выключателями *В4* и *В5*. Резисторы *R31*—*R33* нужны для исключения взаимного влияния регуляторов громкости при их совместном подключении к приставке.

Чтобы при подключении того или иного звукоснимателя четче выделялись соответствующие частоты, в цепи звукоснимателей включены фильтры *R26C10*, *C11R28* и *C12*, рассчитанные на определенные полосы пропускания.

Цепь из переменных резисторов *R34*, *R35*, конденсаторов *C13*—*C15* и выключателей *В6*, *В7* на входе приставки образует регулятор тембра, позволяющий изменять тембр звучания как плавно, так и грубо — подключением параллельно резистору *R34* конденсаторов разных емкостей.

Далее сигнал поступает через конденсатор *C16* на вход эмиттерного повторителя *Т1*, а с его выхода — через разделительный трансформатор *Тр2* на так называемый кольцевой модулятор (при включенном генераторе вибрато). Сюда же через другой разделительный трансформатор *Тр1* поступает еще и сигнал с генератора вибрато, выполненного на транзисторах *Т1* и *Т2*. Резистором *R9* можно изменять амплитуду, а резистором *R7* — частоту (в небольших пределах) колебаний, поступающих на модулятор. Когда надо, генератор вибрато отключают переключателем *В1*. При этом секция *В1б* переключателя от-

ключает вывод вторичной обмотки трансформатора *Тр2* от модулятора и подключает его к общему проводу.

В модуляторе оба сигнала перемножаются и с выхода его результирующий сигнал подается на вход предварительного усилителя, выполненного на транзисторах *Т3* и *Т4*. С нагрузочного резистора *R22* усилителя сигнал поступает

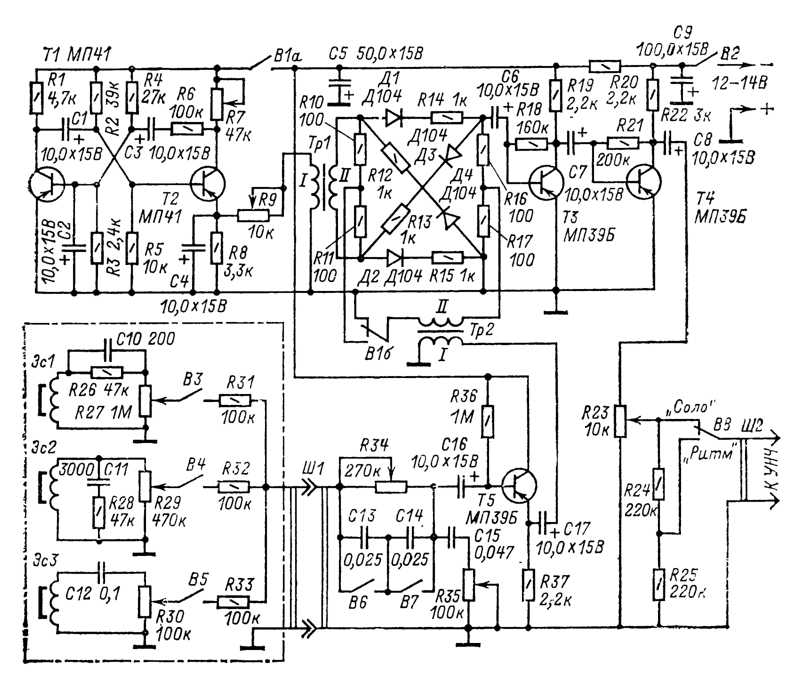


Рис. 94. Схема электрогитары

на делитель напряжения, состоящий из переменного резистора *R23* и постоянных *R24* и *R25*. Через переключатель *В8*, позволяющий изменять уровень выходного сигнала приставки скачком, и разъем *Ш2* сигнал подается на вход основного усилителя электрогитары.

Транзисторы МП39Б можно заменить другими малошумящими транзисторами, например ГТ309Б, ГТ309Г, ГТ322, а транзисторы МП41 — любыми серий МП39—МП42. Диоды Д104 можно заменить кремниевыми Д101—Д106, Д219, Д220, Д223. Постоянные резисторы МЛТ, ВС, переменные — СП-I. Электролитические конденсаторы К50-3, К50-6.

Разделительные трансформаторы наматывают на магнитопроводах Ш10×10. Обмотки *I* трансформаторов содержат по 400—500 витков провода ПЭВ-1, 0,1, обмотки *II* — по 800—1000 витков такого же провода.

Приставку можно выполнить в виде самостоятельной конструкции или смонтировать ее детали на плате (или шасси) основного усилителя. Источник питания приставки — три батареи 3336Л, восемь элементов 343, 373 или выпрямитель основного усилителя.

Для создания различных звуковых эффектов нужны соответствующие приставки.

Приставка, выполненная по схеме на рис. 95, позволяет получить фас-эффект, при котором звучание гитары обогащается высшими гармониками. В этом случае усиливаемый синусоидальный сигнал должен быть преобразован в прямоугольный. Эту задачу и выполняет трехкаскадная приставка. Ее первые два каскада представляют собой усилитель с непосредственной связью. Преобразование сигнала осуществляется диодом *Д1* в третьем каскаде. С нагрузки этого

каскада (резистор *R6*) преобразованный сигнал поступает через конденсатор *C4* на регулировочный узел, состоящий из резисторов *R7*—*R10* и конденсаторов *C5*, *C6*. Переменным резистором *R7* регулируют громкость, а резистором *R9* — тембр звучания электрогитары. Переключателем *В1* приставку можно отключить от основного усилителя и подать на его вход сигнал непосредственно от звукоснимателя.

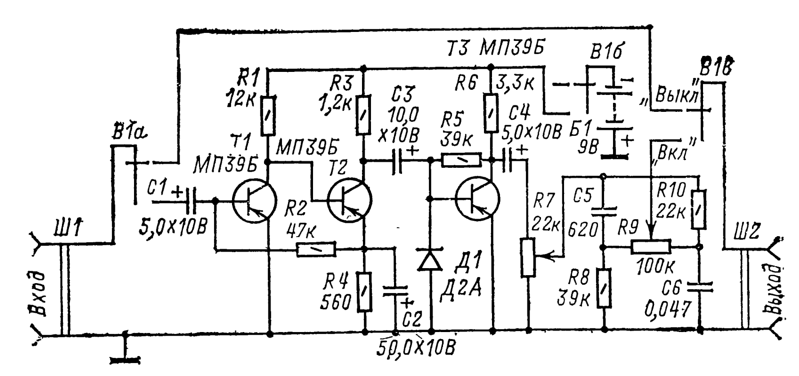


Рис. 95. Схема приставки для получения фас-эффекта

Все транзисторы приставки могут быть серий МП39—МП42, П416 с коэффициентом $h_{21э}$ не менее 50. Диод *Д1* может быть любым из серий *Д2*, *Д9*.

Приставку для получения эффекта тремоло при игре на электрогитаре можно выполнить по схеме, приведенной на рис. 96. Каскад на транзисторе *T1* усиливает сигнал, поступающий от звукоснимателя гитары. Одновременно на делитель *R1R2*, включенный в базовую цепь, поступает (через конденсатор *C4*) си-

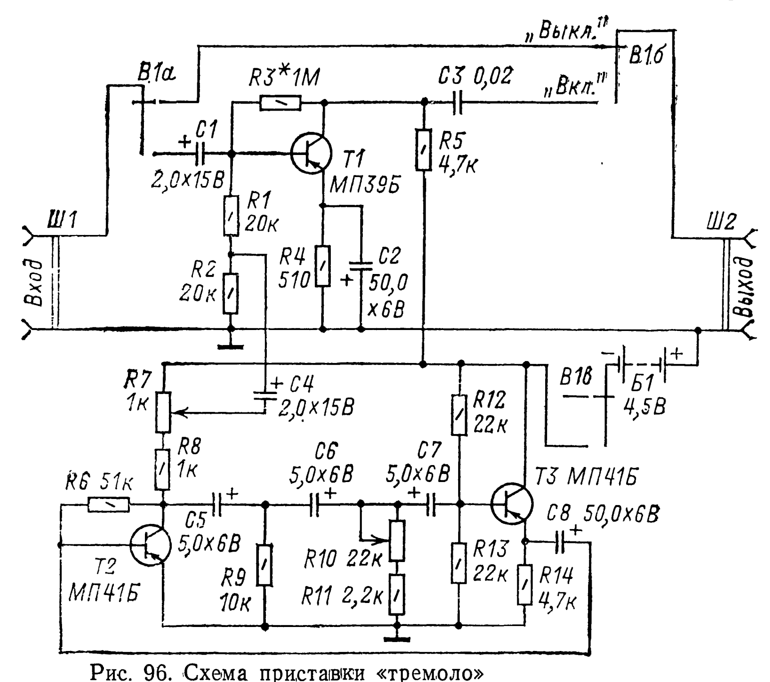


Рис. 96. Схема приставки «тремоло»

нусоидальный сигнал с генератора тремоло, транзисторы *Т2* и *Т3* которого включены по схеме *RC*-генератора. Резистором *R10* можно изменять частоту генератора от 5 до 15 Гц, подбирая наиболее приятное звучание. Резистор *R7* служит для регулировки амплитуды подаваемых на усилительный каскад колебаний, т. е. для изменения глубины тремолю. Для выключения приставки и непосредственной подачи сигнала со звукоснимателя на вход основного усилителя служит переключатель *В1*.

Транзистор МП39Б усилителя можно заменить другим транзистором с малым уровнем собственных шумов. В генераторе могут работать транзисторы МП39—МП42. Источник питания — одна или две батареи 3336Л.

Для нормальной работы приставки необходимо подобрать резистор *R3* так, чтобы напряжение на коллекторе транзистора *Т1* составляло половину напряжения источника питания. При этом движок резистора *R7* должен быть в верхнем по схеме положении.

И еще одна приставка — для получения эффекта «вау-вау», называемого также «квакушка». Такой звуковой эффект получается преднамеренным изменением частотной характеристики усилителя. Если, к примеру, характеристика усилительного канала от звукоснимателя до головки громкоговорителя линейна, то при включении «вау»-приставки на ней появляется «горб», который можно перемещать по характеристике от низших до высших частот, нажимая ногой на специальную педаль. На слух это воспринимается также, как если бы при прослушивании через радиоприемник оркестровой музыки быстро изменять тембр звучания.

Схема «вау»-приставки показана на рис. 97. Это — двухкаскадный усилитель, между каскадами которого включена регулируемая цепь обратной связи,

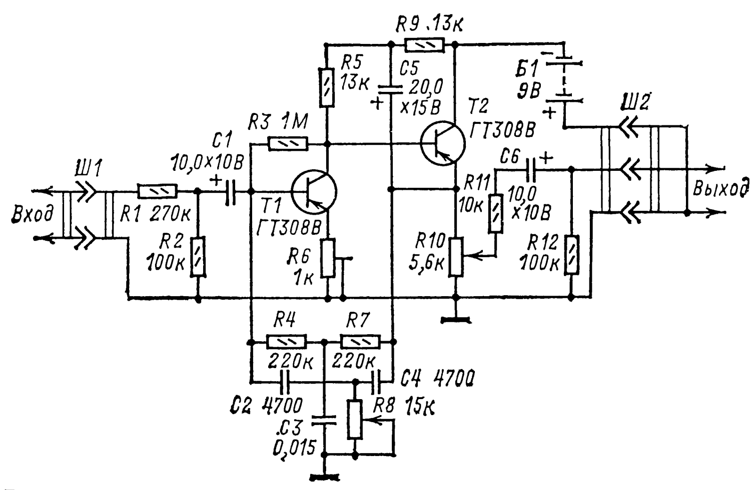


Рис. 97. Схема «вау»-приставки

представляющая собой частотно-зависимый *RC*-фильтр по схеме двойного Т-моста. Резонансную частоту фильтра можно перестраивать от 250 до 2500 Гц переменным резистором *R8*. А переменным резистором *R10* регулируют уровень выходного сигнала приставки, подаваемого на вход основного усилителя НЧ.

Ток, потребляемый приставкой, не превышает 1 мА, поэтому питать ее можно от батареи «Крона». Выключателя питания нет. Питание на приставку подается только при подключении к ней штырьковой части разъема *Ш2*, соединенной со входом основного усилителя НЧ.

Транзисторы приставки — высокочастотные серий ГТ308, П401—П403, П416, П423 или низкочастотные МП39Б с коэффициентом передачи тока не менее 50.

Приставку выполняют в виде выносной педали, в которой монтируют все ее детали. В конструкции, схема которой показана на рис. 98, переменный ре-

зистор *R8* установлен на металлическом уголке, и на его оси закреплен шкив. При нажатии ногой на подвижную часть педали канатик, пропущенный через ролики и шкив, вращает ось переменного резистора *R8*. Силу натяжения канатика устанавливают с помощью пружины. Разъемы *Ш1* и *Ш2* (они могут быть типа СГ-3 или СГ-5) и переменный резистор *R10* можно установить на боковой стенке корпуса педали.

Налаживание приставки сводится к установке движка подстроечного резистора *R6* так, чтобы на резонансной частоте не было заметных на слух искажений. Конечно, эти искажения легче заметить на экране осциллографа, подключенного к выходу приставки, но тогда надо иметь еще и генератор звуковой частоты. На вход приставки подают сигнал генератора такой амплитуды, чтобы не было искажений выходного сигнала приставки на частотах, отстоящих от резонансной свыше 200 Гц.

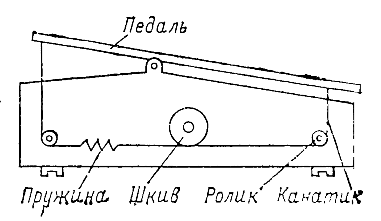


Рис. 98. Конструкция педали «вау»-приставки

АВТОМАТИКА В ДОМЕ

Радиолюбитель, увлекшийся электронной автоматикой, всегда найдет ей место применительно к бытовой технике. Вот несколько примеров.

АВТОМАТ ОТКЛЮЧЕНИЯ ТЕЛЕВИЗОРА

Электронное устройство, которое бы автоматически, без вмешательства человека, отключало телевизор от электросети после окончания телепередачи, можно собрать по схеме, изображенной на рис. 99. Оно сочетает в себе реле выдержки времени и электронный ключ, срабатывающий спустя некоторое время после поступления на его вход сигнала звукового сопровождения телепередачи.

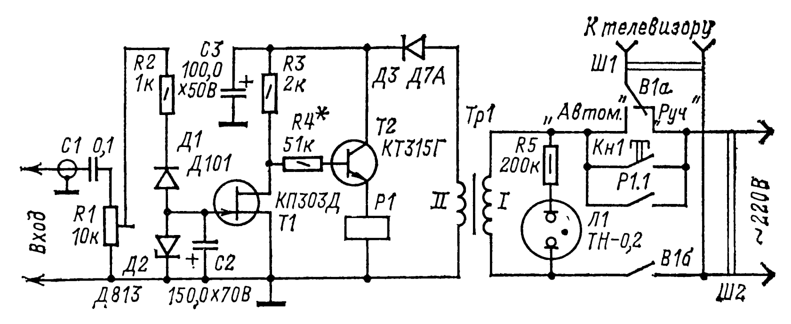


Рис. 99. Схема автомата отключения телевизора, срабатывающего от звукового сигнала

Сигнал звуковой частоты поступает на вход автомата с анода выходной лампы усилителя НЧ (при двухтактном выходе с анода любой из ламп выходного каскада или со средней точки транзисторов (обычно эмиттеры) выходного каскада телевизора). В любом случае максимальная амплитуда сигнала должна быть около 10 В. Через конденсатор *C1* сигнал поступает на подстроечный резистор *R1*, которым устанавливают необходимый уровень сигнала на зарядной цепи *R2Д1C2*. В результате конденсатор *C2* заряжается до напряжения, не превышающего напряжение стабилизации стабилитрона *Д2*, и полевой транзистор *T1* закрывается. Стабилитрон в данном случае предотвращает выход из строя транзистора при случайном повышении напряжения между затвором и истоком выше допустимого значения.

Когда транзистор *Т1* закрывается, транзистор *Т2* открывается и реле *Р1* срабатывает. Но это происходит только после включения напряжения питания кратковременным нажатием кнопки *Кн1*. При срабатывании реле его контакты *Р1.1* блокируют кнопку и тем самым подключают первичную обмотку трансформатора *Тр1* автомата к сети. Автомат готов к работе. Об этом будет свидетельствовать лампа *Л1*, которая должна гореть после отпускания кнопки. Теперь переключатель *В1* нужно установить в положение «Автом». Сетевое напряжение на блок питания телевизора будет подаваться через замкнутые контакты реле *Р1.1*.

Когда телевизионные передачи закончатся и на входе автомата исчезнет звуковой сигнал, через несколько минут разрядится конденсатор *С2* и откроется транзистор *Т1*. Одновременно закроется транзистор *Т2*, реле *Р1* отпустит, его контакты *Р1.1* разомкнутся и обесточат телевизор и сам автомат. Для последующего включения телевизора достаточно поставить переключатель *В1* в положение *Руч.* или, нажав кнопку *Кн1*, подождать пока телевизор прогреется и сработает реле автомата.

Реле *Р1* типа МКУ-48 (паспорт РА4.500.132, РА4.500.136 или РА4.500.202) или другое, срабатывающее при напряжении не более 24 В (ток не более 40 мА), контакты которого рассчитаны на действующее напряжение сети.

Транзистор КП303Д должен быть с начальным током стока не менее 3 мА и крутизной более 2 мА/В, а транзистор КТ315Г (его можно заменить другим транзистором структуры *n-p-n* с допустимым напряжением коллектор-эмиттер не менее 25 В и током коллектора не менее 30 мА) со статическим коэффициентом передачи тока не менее 90.

Диод *Д1* может быть типа Д101—Д103, Д223 (с любым буквенным индексом) или другой кремниевый диод с большим обратным сопротивлением и рассчитанный на выпрямленный ток не менее 40 мА и обратное напряжение не менее 50 В. Стабилитрон Д813 можно заменить на Д814Д, Д811.

Конденсатор *С1*—МБМ, *С2*—ЭТО, *С3* К50-6; постоянные резисторы — МЛТ, подстроечный — СП-I. Кнопка *Кн1* и переключатель *В1* — любые. Разъем *Ш1* — двухгнездная розетка, *Ш2* — обыкновенная сетевая вилка.

Трансформатор питания может быть как покупным, так и самодельным. Переменное напряжение на обмотке *II* должно составлять 19—22 В (например, при последовательно соединенные обмотки накала ламп у трансформатора типа ТН). Подойдет также унифицированный выходной трансформатор кадровой развертки телевизоров (ТВК-110Л). Его обмотку с большим числом витков используют как сетевую.

Самодельный трансформатор наматывают на магнитопровод сечением не менее 6 см². Обмотка *I* должна содержать 2200 витков провода ПЭВ-1 0,1 (для сети 127 В 1270 витков), обмотка *II* — 210 витков ПЭВ-1 0,15—0,2.

Вместо неоновой лампы ТН-0,2 можно применить другую, но при этом, возможно, придется подобрать резистор *R5*.

Детали автомата можно смонтировать в пластмассовом корпусе подходящих размеров. Розетку *Ш1*, «глазок» лампы *Л1*, переключатель *В1* и кнопку *Кн1* крепят на передней или верхней стенке корпуса.

Вход автомата соединяют с выходной цепью телевизора экранированным проводом, оплетку которого «заземляют». При подключении к выходной лампе достаточно вынуть ее из панели, изогнуть конец провода колечком, надеть на соответствующий штырек лампы и вставить лампу в панель. Для подключения к транзисторному усилителю соединительный проводник придется припаивать к выходной цепи.

Налаживают приставку-автомат так. После прогрева телевизора устанавливают нормальную громкость звукового сопровождения телепередачи. Затем параллельно конденсатору *С2* подключают вольтметр постоянного тока и подстроечным резистором *R1* устанавливают напряжение на конденсаторе около 10 В. Если такое напряжение не достигается даже при верхнем по схеме положении движка резистора, то несколько увеличивают громкость работы телевизора. Затем, нажав кнопку *Кн1*, подбирают резистор *R4*, добиваясь четкого срабатывания реле *Р1*. На этом налаживание автомата заканчивают.

На рис. 100 приведена схема другого варианта автомата выключения телевизора. Он работает от постоянного напряжения на электролитическом конден-

саторе частотного детектора, которое появляется только при телевизионном сигнале. Это напряжение через резистор *R1* подается на вход усилителя, выполненного на двух транзисторах структуры *n-p-n*. При этом реле *Р1*, включенное в выходную цепь усилителя, срабатывает и его контакты *Р1.1* и *Р1.2* замыкаются — загорается лампа *Л1*, сигнализирующая о готовности автомата к работе. Выключатель *В1*, которым включают телевизор, устанавливают в положение разомкнутых контактов. Как только передачи закончатся и постоянное напряжение на частотном детекторе исчезнет, реле *Р1* отпустит и его контакты, размыкаясь, выключат телевизор.

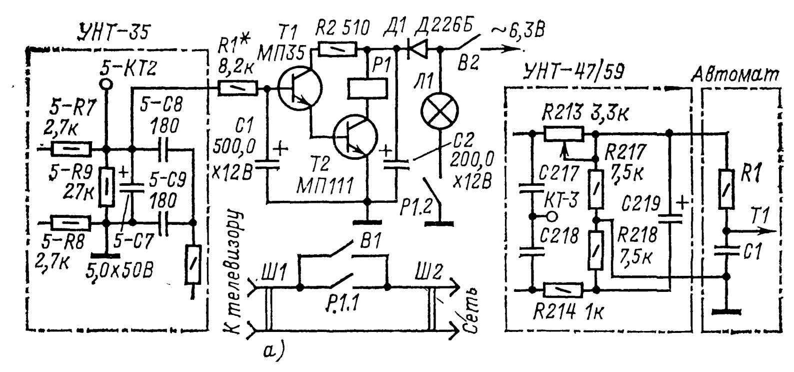


Рис. 100. Схема автомата отключения телевизора, работающего от сигнала частотного детектора

Транзисторы автомата питаются напряжением цепи накала ламп телевизора, выпрямляемым диодом *Д1*. Конденсатор *С2* сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Конденсатор *С1* необходим для того, чтобы автомат не реагировал на кратковременные (10—15 с) перерывы телепередач, при переключении телевизора на другую программу.

На рис. 100, *а* показано подключение автомата к частотному детектору телевизоров УНТ-35, УЛТ-47-III («Рекорд-64», «Рекорд-305», «Весна-5» и др.) и некоторых других (например, «Рубин-102», «Старт-3»). К телевизорам УНТ-47/59, УЛПТ-57-III («Восход», «Огонек», «Рубин-106», «Старт-6», «Электрон», «Чайка» и др.), в которых с корпусом соединена общая точка резисторов, шунтирующих электролитический конденсатор частотного детектора, автомат подключают по схеме на рис. 100, *б*. В этом случае сопротивление резистора *R1* должно быть 75 кОм.

Транзистор МП35 можно заменить на МП36—МП38, а МП111 — на МП112 или МП113. Электролитические конденсаторы *С1* и *С2* — К50-3. Реле типа РКН, срабатывающее при напряжении не более 8 В и токе до 30 мА (например, паспорт РС4.500.168 или РС4.505.028). Сигнальная лампа *Л1* на напряжение 6,3 В.

Налаживание этого варианта автомата сводится к подбору резистора *R1*. При работающем телевизоре и включенном автомате (выключателем *В2*) подбирают такой резистор, чтобы сработало реле *Р1* и зажглась сигнальная лампа *Л1*.

АВТОМАТ В ЭЛЕКТРОННО-МЕХАНИЧЕСКОМ БУДИЛЬНИКЕ

Механизм боя электронно-механического будильника работает несколько минут, что нередко раздражает не только того, для кого предназначен сигнал подъема, но и других членов семьи. Ограничить продолжительность боя можно, установив внутри будильника автомат.

Схема одного из вариантов такого автомата, рассчитанного на будильник «Слава», приведена на рис. 101, *а*. Это устройство — реле времени. Когда сра-

батывает механизм боя и замыкаются контакты выключателя *В1*, начинает заряжаться конденсатор *С1* (через резисторы *R1*, *R2* и эмиттерный переход транзистора *Т1*). При этом открываются оба транзистора и напряжение элемента *Б1* подается на звонок *Зв* будильника. Как только конденсатор зарядится, транзисторы закроются и звонок перестанет работать.

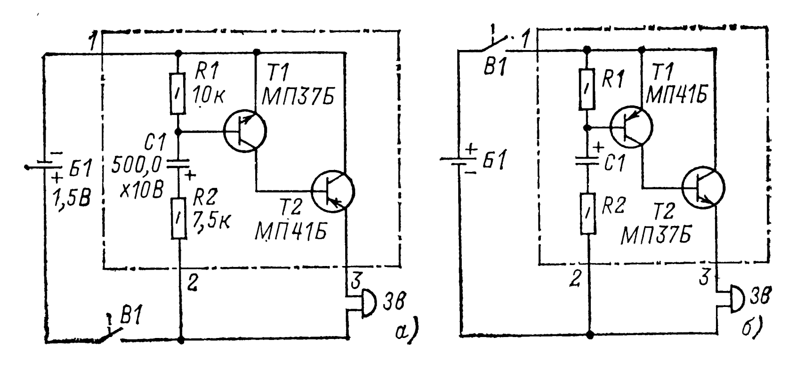


Рис. 101. Два варианта схем автомата к часам «Слава»:
а — при соединении звонка с плюсовой шиной питания; *б* — при соединении звонка с минусовой шиной питания

При указанных на схеме данных деталей продолжительность работы звонка составляет 8—10 с. Это время можно сократить или, наоборот, увеличить соответствующим подбором конденсатора *С1*. Резистор *R2* ограничивает ток через эмиттерный переход транзистора *Т1*. Резистор *R1* служит для надежного закрывания транзисторов по окончании заряда конденсатора.

Транзистор МП37Б можно заменить на МП38, КТ312А—КТ312В, КТ315, а транзистор МП41Б — на МП40, МП42Б, МП21А, МП21Б. Конденсатор *С1* может быть типа К50-3, К50-6 на номинальное напряжение 6—15 В.

Детали автомата монтируют на плате из изоляционного материала размерами 22×60 мм (рис. 102, *а*) и крепят к двум планкам из листового органиче-

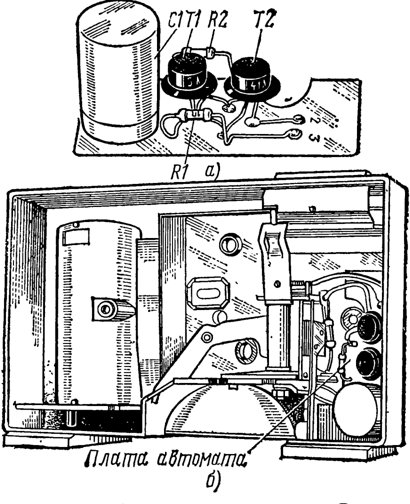


Рис. 102. Автомат к часам «Слава»

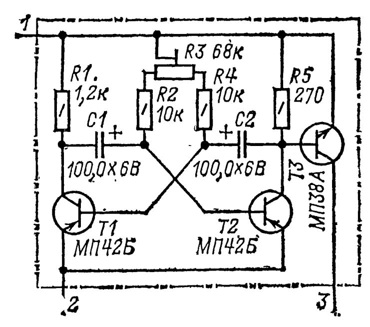


Рис. 103. Схема автомата с периодическим включением звонка

ского стекла толщиной 2 мм, приклеенным к внутренней стенке корпуса будильника (рис. 102,*б*). В монтажную схему будильника вносят небольшие изменения: провод соединяющий обмотку звонка с минусом элемента, подключают к выводу *3* автомата, а минус элемента соединяют проволочной перемычкой с выводом *1* автомата; второй проволочной перемычкой соединяют вывод *2* автомата с точкой соединения обмотки звонка с шунтирующим ее резистором (на схеме он не показан).

В некоторых моделях будильника «Слава» звонок закреплен на минусовой шине питания, а выключатель находится в цепи плюсового вывода элемента. В таком случае транзисторы автомата надо поменять местами и изменить полярность включения времязадающего конденсатора *С1* (рис. 101,*б*).

Схема другого варианта автомата показана на рис. 103. На транзисторах *Т1* и *Т2* собран мультивибратор, длительность импульсов и пауз которого можно регулировать от 2 до 10 с подстроечным резистором *R3*. С нагрузки одного из плеч мультивибратора сигнал подается непосредственно на базу транзистора *Т3*, выполняющего роль электронного ключа, в коллекторную цепь которого включен звонок будильника. Такой автомат позволяет включать звонок будильника периодически на установленную заранее резистором *R3* продолжительность звучания.

Можно обойтись и без резистора *R3*, подключив резисторы *R2* и *R4* непосредственно к выводу *1* автомата, подобрав их по желаемой длительности импульсов и пауз.

ОГРАНИЧИТЕЛЬ ХОЛОСТОГО ХОДА СТАБИЛИЗАТОРА

Чтобы телевизор хорошо работал при значительных колебаниях напряжения сети, применяют феррорезонансный стабилизатор напряжения. После окончания передач телевизор выключают, а про стабилизатор зачастую забывают. Он продолжает работать в тяжелом и опасном для него режиме холостого хода, перегревается и может выйти из строя.

Для ограничения режима холостого хода стабилизатора можно собрать несложный автомат, схема которого приведена на рис. 104,*а*. При включенной нагрузке по цепи стабилизатора протекает переменный ток. Он проходит также

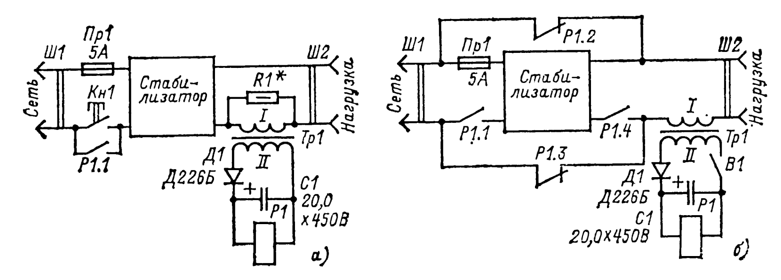


Рис. 104. Схема ограничителя холостого хода стабилизатора:
а — для нагрузки с длительным включением; *б* — для нагрузки с периодическим кратковременным включением

и через первичную обмотку трансформатора *Тр1*, создавая на ней небольшое падение напряжения. Во вторичной обмотке это напряжение повышается в несколько раз и подается на выпрямитель, состоящий из диода *Д1* и сглаживающего конденсатора *С1*. Нагрузкой выпрямителя служит реле *Р1*, которое срабатывает и контактами *Р1.1* блокирует кнопку *Кн1*. При выключении нагрузки ток через первичную обмотку трансформатора не течет, реле отпускает и своими контактами разрывает цепь питания стабилизатора. Для последующего включения стабилизатора нужно, включив телевизор, нажать кнопку *Кн1*. Сработает реле и замкнет цепь питания стабилизатора. Без нагрузки включить стабилизатор не удастся.

Трансформатор *Тр1* — выходной трансформатор лампового радиоприемника с коэффициентом трансформации (соотношением витков первичной и вторичной обмоток) 1 : 50—1 : 60. Его обмотка, содержащая меньшее число витков, используется в качестве первичной, а содержащая большее число витков — в качестве вторичной обмоток трансформатора автомата.

Данные самодельного трансформатора: магнитопровод Ш16×16, обмотка *I* — 60 витков провода ПЭВ-1 0,64, обмотка *II* — 3000 витков провода ПЭВ-1 0,1.

Реле *Р1* типа МКУ-48 (паспорт РА4.500.135) или другое с обмоткой сопротивлением 4—6 кОм и током срабатывания не более 10 мА. Контакты реле должны быть рассчитаны на ток 1—2 А. Кнопка *Кн1* любой конструкции.

Для нормальной работы автомата нужно добиться падения напряжения на первичной обмотке трансформатора не более 3 В. Если оно больше, обмотку шунтируют резистором *R1*.

Стабилизатор иногда используют и для питания таких бытовых приборов, как, например, холодильник. В таких случаях автомат следует собрать по схеме, приведенной на рис. 104, *б*. При замыкании контактов выключателя *В1* автомат будет следить за состоянием нагрузки. Если нагрузка (холодильник) выключена, на нее подается (через нормально замкнутые контакты *Р1.2* и *Р1.3* реле *Р1*) полное напряжение сети. Как только включается электродвигатель холодильника, ток через первичную обмотку трансформатора, а значит, и напряжение на ней увеличивается, что приводит к срабатыванию реле *Р1*, замыканию его контактов *Р1.1, Р1.4* и размыканию контактов *Р1.2, Р1.3*. Холодильник переключается на питание от стабилизатора. После выключения электродвигателя стабилизатор снова отключается. Включение осветительной лампы холодильника при открывании дверцы не вызывает срабатывания реле. Если напряжение сети нормальное, автомат отключают от нее выключателем *В1*.

Детали этого автомата такие же, как в автомате предыдущей конструкции, за исключением реле — оно должно быть с двумя нормально разомкнутыми и двумя нормально замкнутыми контактами (МКУ-48, паспорт РА4.500.261, РА4.500.320). В качестве трансформатора можно также использовать выходной трансформатор кадровой развертки (ТВК-70) телевизоров старых выпусков.

РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ ХОЛОДИЛЬНИКА

Этот автомат предназначен для плавного изменения температуры в камере абсорбционного холодильника, не снабженного терморегулятором. Он, кроме того, позволяет экономить электроэнергию, потребляемую холодильником, особенно при пониженной окружающей температуре в зимнее время.

Каков принцип работы автомата? Питание на холодильник подается не постоянно, а периодически, через определенные интервалы времени. Таким образом изменяется общая продолжительность включения холодильника за определенное время. К примеру, в течение 1 ч общая продолжительность работы холодильника составила 30 мин, значит, продолжительность работы равна 50%. Чем меньше продолжительность работы и реже включение, тем меньше будет общая продолжительность работы холодильника и, следовательно, выше температура в его камере. Автомат позволяет плавно изменять продолжительность работы от 50 до 95%.

Схема автомата изображена на рис. 105, *а*. На транзисторах *Т1* и *Т2* собран мультивибратор, нагрузкой одного из плеч которого служит реле *Р1*. Продолжительность и частота срабатывания реле определяются номиналами конденсаторов *С1*, *С2* и резисторов *R2*—*R4*. Резистором *R2* можно изменять соотношение между временем работы реле и частотой его включений, т. е. изменять скважность импульсов, плавно подбирать температуру в камере холодильника.

Контакты электромагнитного реле рассчитаны на определенное число срабатываний (обычно не менее 10^6). Детали автомата подобраны так, чтобы срок службы реле составлял не менее 5 лет.

Автомат питается от двухполупериодного выпрямителя, собранного на диодах *Д1*—*Д4*. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором *С4*. В базовые цепи транзисторов напряжение (около 50 В) подается с

выхода выпрямителя, а в коллекторные цепи (около 22 В) — с делителя выходного напряжения *R5R6*.

Электролитический конденсатор *С3*, включенный параллельно обмотке реле, устраняет возможную вибрацию якоря реле. Контакты *Р1.1* реле включены последовательно с разъемом *Ш1 Выход* для подключения холодильника. Для предупреждения обгорания контактов параллельно им включена искрогасящая цепочка *R7C5*. Когда холодильник работает, лампа *Л1*, включенная в цепь нагрузки, горит.

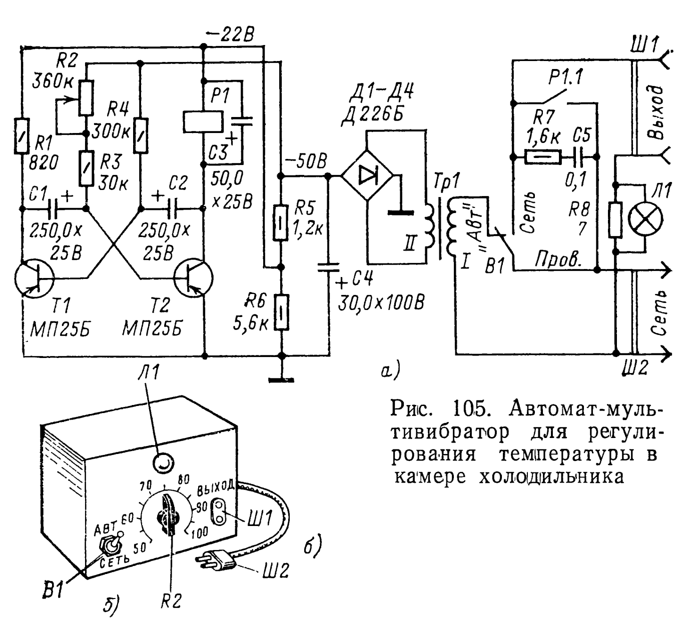


Рис. 105. Автомат-мультивибратор для регулирования температуры в камере холодильника

Чтобы в любой момент можно было отключить автомат и перевести холодильник в режим обычной работы, предусмотрен переключатель *В1*. В левом по схеме положении подвижного контакта этого переключателя напряжение сети подается на трансформатор *Тр1*, и холодильник работает от автомата. В другом положении переключающего контакта напряжение сети подается на холодильник, минуя контакты реле автомата. Сигнальная лампа в этом случае будет гореть постоянно.

Транзисторы автомата могут быть серий МП25, МП26 с коэффициентом $h_{21э}=60\div100$. Электролитические конденсаторы — К50-3, К50-6, конденсатор *С5* — БМ или МБМ на номинальное напряжение не ниже 400 В.

Реле — МКУ-48 (паспорт РА4.500.202) или другого типа с током срабатывания 10—20 мА при напряжении до 20 В. Желательно, чтобы сопротивление обмотки реле равнялось сопротивлению резистора *R1*. Иначе надо будет подобрать резистор *R1*.

Диоды выпрямителя могут быть Д7Г—Д7Ж или другие на допустимый ток 300 мА и обратное напряжение не менее 200 В.

Переменный резистор *R3* — СП-I, постоянные (кроме *R8*) — МЛТ. Резистор *R8* — отрезок спирали электроплитки. При работе холодильника на нем падает напряжение около 3,5 В, на такое же напряжение должна быть и сигнальная лампа *Л1*.

Переключатель *В1* — тумблер ТВ2-1 или другой переключатель, контакты которого рассчитаны на ток до 1 А.

Трансформатор питания *Тр1* наматывают на магнитопроводе Ш16×20. Обмотка *I* должна содержать 4400 витков провода ПЭВ-1 0,1 (для сети 127 В 2540 витков такого же провода), обмотка *II* — 950 витков провода ПЭВ-1 0,2.

Можно также использовать готовый трансформатор мощностью 25—30 Вт, понижающий напряжение сети до 45—50 В.

Возможная конструкция автомата показана на рис. 105, *б*. На передней стенке находятся «глазок» сигнальной лампы, двухгнездная колодка для включения холодильника, регулировочный переменный резистор и переключатель режимов работы.

Налаживание автомата сводится к градуировке шкалы переменного резистора *R2*. Делают это так. К выходу (разъем *Ш1*) подключают настольную лампу мощностью 75—100 Вт, включают автомат в сеть, а переключатель *В1* устанавливают в положение *Сеть*. Должна загореться сигнальная лампа. Затем движок переменного резистора *R2* устанавливают в одно из крайних положений, а переключатель в положение *Авт*. Настольная лампа будет периодически включаться и выключаться. По секундомеру измеряют продолжительность горения лампы и время между включениями. Разделив результат первого измерения на второй и помножив итог на 100, получают общую продолжительность включения нагрузки автоматом в процентах. На шкале резистора делают соответствующую отметку. Таким же способом градуируют шкалу при других положениях движка переменного резистора.

Схема еще одного автомата для абсорбционных холодильников показана на рис. 106. Автомат «следит» за температурой в холодильной камере и поддерживает ее на заданном уровне.

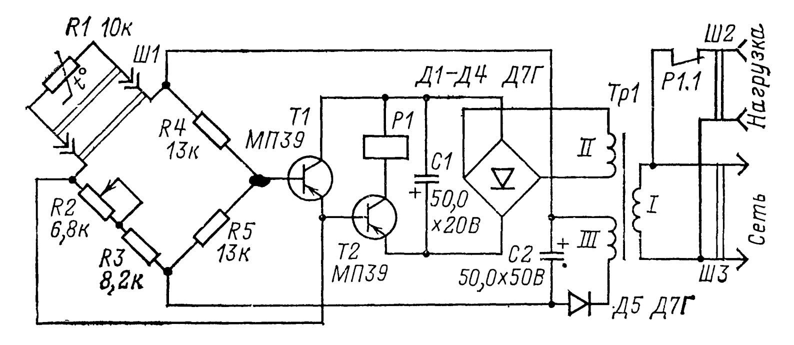


Рис. 106. Схема автомата регулирования температуры холодильника с терморезистором

Чувствительным элементом автомата является терморезистор *R1*, сопротивление которого изменяется в зависимости от окружающей температуры. Один из основных показателей терморезистора — изменение его сопротивления при изменении окружающей температуры на 1° С. Этот его параметр называют температурным коэффициентом сопротивления. В описываемом автомате используется терморезистор типа ММТ-1 с коэффициентом сопротивления — (2,4÷÷5) %/°С. При нормальной окружающей температуре (+20°С) начальное сопротивление терморезистора 10—13 кОм.

Терморезистор *R1* включен в цепь измерительного моста, остальные резисторы которого (*R2*—*R5*) выбраны из расчета использования в автомате указанного терморезистора. Для терморезистора с другим начальным сопротивлением (можно от нескольких сотен ом до десятков килоом) подбирают соответственно резисторы *R2*—*R5* других сопротивлений.

На одну диагональ моста подается постоянное напряжение с однополупериодного выпрямителя на диоде *Д5*. С другой диагонали снимается напряжение разбаланса моста, которое подается на усилитель тока, выполненный на транзисторах *T1* и *T2*. Когда мост сбалансирован, напряжения на его выходе нет. При изменении окружающей температуры сопротивление терморезистора изменится и мост окажется разбалансированным. Напряжение разбаланса усилится, в результате чего электромагнитное реле *P1* сработает и его контакты *P1.1*, размыкаясь, отключат нагрузку (холодильник, подключенный к разъему *Ш2*).

Когда окружающая температура вновь станет прежней мост окажется сбалансированным, реле отпустит и его контакты *Р1.1*, замыкаясь, вновь подключат нагрузку к сети. Переменным резистором *R2* можно устанавливать порог срабатывания автомата в зависимости от температуры в помещении, где находится холодильник.

Транзисторы могут быть серий МП39—МП41 с коэффициентом $h_{21э}$ не менее 20. Транзистор *Т1* должен быть с минимальным обратным током коллекторного перехода.

Реле типа РКН (паспорт РС4.500.103) или другое, рассчитанное на напряжение срабатывания 10—15 В при токе 5—10 мА. Его контакты должны выдерживать ток до 0,5 А при напряжении сети 220 В.

Трансформатор питания наматывают на магнитопроводе Ш20×25. Обмотка *I* содержит 2200 витков (для сети 127 В 1270 витков) провода ПЭВ-1 0,15, обмотка *II* — 220 витков ПЭВ-1 0,25, обмотка *III* — 350 витков ПЭВ-1 0,1.

Конструкция автомата произвольная. Терморезистор размещают в камере холодильника. Корпус терморезистора или его выводы не должны касаться каких-либо предметов, иначе автомат будет работать нечетко. Лучше всего его смонтировать в небольшой коробке с отверстиями из любого изоляционного материала.

Приступая к градуировке шкалы переменного резистора *R2* автомата, рядом с терморезистором в холодильнике помещают термометр. Ручку переменного резистора устанавливают в одно из крайних положений и включают автомат в сеть. Примерно через 1 ч отсчитывают по термометру температуру и наносят ее значение на шкалу автомата. Затем движок переменного резистора устанавливают в другое крайнее положение и вновь, после часового ожидания, на шкалу наносят показания термометра. Аналогично градуируют промежуточные точки шкалы резистора.

СВЕТОВОЙ СИГНАЛИЗАТОР ТЕЛЕФОННЫХ ЗВОНКОВ

Когда в комнате работает телевизор или радиоприемник, звонка телефонного аппарата можно и не услышать. Но можно построить световой сигнализатор; как только раздастся звонок, он тут же включит осветительную лампу. Такой автомат окажется полезным и в том случае, если днем в квартире остаются люди с пониженным слухом.

Схема такого автомата-сигнализатора приведена на рис. 107. Датчиком, т. е. чувствительным элементом, реагирующим на телефонные звонки, служит

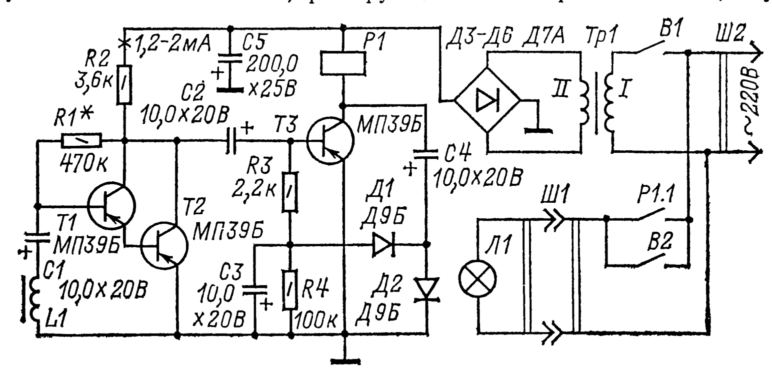


Рис. 107. Схема светового сигнализатора телефонных звонков с индуктивным датчиком

катушка индуктивности *L1*. Катушку располагают рядом с телефонным аппаратом так, чтобы ее витки находились в магнитном поле электромагнита звонка вызова. Сигнал вызова будет индуцировать в катушке датчика переменную ЭДС.

Сигнал датчика через конденсатор *С1* поступает на вход первого каскада, выполненного на составном транзисторе *Т1Т2*, и усиливается им. С нагрузочного резистора *R2* усиленный сигнал через конденсатор *С2* подается на базу транзистора *Т3* второго каскада автомата. Этот каскад выполняет одновременно роль усилителя и электронного ключа. До поступления сигнала транзистор *Т3* закрыт, так как база через резисторы *R3* и *R4* соединена с эмиттером и на ней нет напряжения смещения. При появлении сигнала транзистор приоткрывается и начинает усиливать сигнал. С обмотки реле *Р1*, являющейся индуктивной нагрузкой транзистора, сигнал НЧ поступает через конденсатор *С4* на диод *Д2*, выпрямляется им и в отрицательной полярности подается через диод *Д1* и резистор *R3* на базу того же транзистора. Транзистор при этом открывается, реле *Р1* срабатывает и контактами *Р1.1* включает сигнальную лампу *Л1*.

Гаснет лампа не сразу после прекращения звонка телефона, а с некоторой задержкой, длительность которой зависит от сопротивления резистора *R4* и емкости конденсатора *С3*.

Питается автомат от выпрямителя на диодах *Д3—Д6*, включенных по мостовой схеме. Конденсатор *С5* сглаживает пульсации выпрямленного напряжения.

Автомат отключают от сети выключателем *В1*. Выключателем *В2* можно зашунтировать контакты *Р1.1* реле и включить лампу *Л1*, что может понадобиться, например, при наборе номера или записей во время разговора.

Транзисторы автомата могут быть серий МП39Б—МП41 со статическим коэффициентом передачи тока не меньше 30. Диоды *Д1* и *Д2* серии Д9, а *Д3—Д6*—Д7 или Д226 с любым буквенным индексом.

Датчик *L1* наматывают на бумажном каркасе диаметром 8 мм и длиной 30 мм со щечками диаметром 25 мм по краям. Его обмотка содержит 2500 витков провода ПЭВ-1 0,1—0,15, намотанных внавал. Внутрь каркаса вставляют отрезок стержня из феррита 600НН диаметром 8 мм и длиной 45—50 мм.

Реле *Р1* — РКН (паспорта РС4.503.163, РС4.500.196, РС4.500.254) или другое, рассчитанное на ток срабатывания 10—15 мА при напряжении 10—15 В. Контакты реле должны быть на ток не менее 0,15 А.

Сигнальная лампа *Л1* мощностью 15—25 Вт. Выключатели *В1* и *В2* — тумблеры, разъем *Ш1* двухконтактный. Трансформатор питания: магнитопровод Ш20×30, обмотка *I* содержит 2200 витков (для сети 127 В 1270 витков) провода ПЭВ-1 0,15, обмотка *II* — 130—140 витков провода ПЭВ-1 0,2.

Детали автомата можно смонтировать в корпусе из любого материала, имеющем вид подставки для телефонного аппарата. Датчик размещают на верхней панели корпуса рядом с телефонным аппаратом или (если аппарат фирмы «Тесла») вставляют в выемку сзади аппарата. Наилучшее положение датчика подбирают при налаживании автомата.

Рекомендуемый режим работы составного транзистора первого каскада устанавливают подбором резистора *R1*. Затем последовательно с обмоткой реле *Р1* включают миллиамперметр. Попросив кого-нибудь позвонить по телефону, во время звонков датчик перемещают вокруг аппарата, добиваясь наибольшего тока через обмотку реле. Датчик закрепляют в том положении, при котором надежно срабатывает реле и включается сигнальная лампа. Для увеличения времени задержки выключения лампы конденсатор *С3* заменяют на конденсатор большей емкости.

Подобный автомат можно собрать и по схеме, показанной на рис. 108. В нем роль датчика выполняет микрофон *Мк1*, преобразующий звук вызывного звонка в электрический сигнал, который через подстроечный резистор *R1*, являющийся регулятором громкости, подается на вход усилителя, управляющего исполнительным устройством.

Автомат трехкаскадный. Транзистор *Т1* первого каскада включен по схеме с общим эмиттером. Смещение на его базу снимается с делителя *R2R3*. Резистор *R5*, зашунтированный конденсатором *С2*, термостабилизирует работу каскада. Усиленный сигнал через конденсатор *С1* подается непосредственно на базу транзистора *Т2* второго каскада. Режим работы этого транзистора по постоянному току определяется резистором *R6* в эмиттерной цепи.

Трансформатор *Тр1* согласует выход двухкаскадного усилителя НЧ с выпрямителем на диоде *Д1*, обеспечивающим срабатывание исполнительного устрой-

ства автомата при определенном уровне входного сигнала. Роль нагрузки выпрямителя сигнала НЧ выполняет эмиттерный переход транзистора *Т3* выходного каскада. Для получения нужного напряжения смещения на базе этого транзистора и повышения надежности работы автомата при изменении окру-

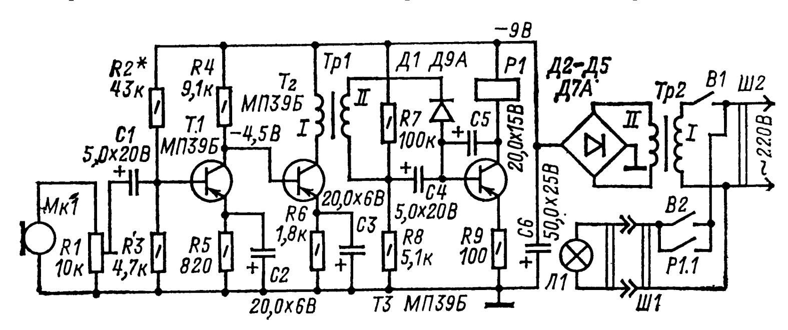


Рис. 108. Схема светового сигнализатора телефонных звонков с микрофоном

жающей температуры нижний по схеме вывод обмотки *II* трансформатора подключен к делителю напряжения *R7R8*, а в цепь эмиттера включен резистор *R9*. Нагрузка выходного каскада — реле *Р1*, контакты *Р1.1* которого включены в цепь питания сигнальной лампы *Л1*.

Питается автомат от двухполупериодного выпрямителя (диоды *Д2—Д5*). Выпрямленное напряжение (около 9 В) фильтруется конденсатором *С6*.

Транзисторы могут быть любые из серий МП39—МП41 с коэффициентом $h_{21Э}$ не менее 30. Электромагнитное реле *Р1* — типа РКН (паспорт РС4.500.069) или другое, срабатывающее при напряжении 6—8 В.

Трансформатор питания *Тр2*: магнитопровод Ш16×20, обмотка *I* — 4150 витков (для сети 127 В 2400 витков) провода ПЭВ-1 0,12, обмотка *II* — 160 витков провода ПЭВ-1 0,25. Трансформатор *Тр1* — согласующий, от малогабаритного транзисторного приемника с двухтактным трансформаторным выходом.

В качестве микрофона удобно использовать телефон ТОН-1 или ТОН-2.

Приступая к налаживанию этого варианта автомата, резистор *R7* временно заменяют двумя последовательно соединенными резисторами: переменным на 200 кОм и постоянным на 22 кОм. Включив питание, плавно уменьшают введенное сопротивление переменного резистора, добиваясь срабатывания реле. Затем также плавно увеличивают вводимое сопротивление, пока реле не отпустит якорь. Выключив питание, измеряют общее сопротивление временной цепочки резисторов и устанавливают в автомат резистор такого же сопротивления.

Режим работы транзисторов *Т1* и *Т2* устанавливают подбором резистора *R2*. Его сопротивление должно быть таким, чтобы напряжение на коллекторе транзистора *Т1* было равно половине напряжения источника питания. После этого движок подстроечного резистора *R1* устанавливают в такое положение, чтобы во время телефонных звонков зажигалась сигнальная лампа. В то же время чувствительность автомата, регулируемую этим резистором, не следует делать чрезмерной, иначе могут быть ложные срабатывания автомата, например при работе близко расположенных телевизора или радиоприемника.

АВТОМАТ-ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ОСВЕЩЕНИЯ

Этот автомат (рис. 109) состоит из выпрямительного моста (диоды *Д3—Д6*), в одну диагональ которого включен тринистор *Д2*. К другой диагонали моста подключают провода, подводившиеся ранее к контактам выключателя осветительной лампы $Л_{осв}$.

Пока тринистор закрыт, лампа освещения, естественно, не горит. При замыкании контактов выключателя *В1* включается цепь питания управляющего элек-

трода тринистора. Через нее начинает протекать ток, значение которого зависит от сопротивления резисторов *R1* и *R3*. Открываясь, тринистор замыкает плечо выпрямительного моста. В результате оказывается замкнутой для переменного напряжения и другая диагональ моста (в этом нетрудно убедиться, проследив путь тока через диоды *Д3—Д6* при обоих полупериодах напряжения).

При выключении света контакты выключателя размыкаются, но лампа освещения сразу не гаснет, так как через управляющий электрод тринистора протекает ток заряда конденсатора *C1*. Продолжительность заряда зависит от емкости конденсатора и сопротивления резистора *R1* и при указанных на схеме номиналах составляет несколько десятков секунд. По окончании этого времени тринистор закрывается и свет гаснет. При последующем включении освещения конденсатор *C1* разряжается через контакты выключателя и резистор *R3*.

Вместо тринистора КУ202Н можно применить КУ202Л или другой, рассчитанный на допустимое прямое напряжение не менее 300 В. Диоды *Д1* и *Д3—Д6* должны быть рассчитаны на обратное напряжение не менее 400 В и выпрямленный ток не менее 300 мА. Если мощность осветительной лампы больше 60 Вт, диоды *Д3—Д6* также должны быть рассчитаны на больший выпрямленный ток.

Конденсатор *C1* можно составить из двух последовательно соединенных конденсаторов К50-7 емкостью по 50 мкФ на номинальное напряжение 160 В. Можно применить и один конденсатор К50-3Б емкостью 20 мкФ на номинальное напряжение 300 В.

Детали автомата можно смонтировать в коробке в стене под выключатель. Роль «шасси» будет выполнять сам выключатель, который придется немного доработать: спилить лишние выступы и насверлить отверстия для крепления деталей.

Резистор *R1* подбирают применительно к устанавливаемому тринистору. Для этого замыкают контакты выключателя и, если свет не включается, подбирают такой резистор, при котором тринистор открывается. После размыкания контактов выключателя определяют длительность задержки выключения освещения. Для увеличения длительности задержки емкость конденсатора *C1* увеличивают и, наоборот, уменьшают, если это время надо сократить.

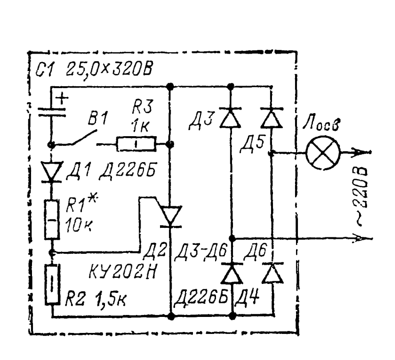


Рис. 109. Схема выключателя-автомата

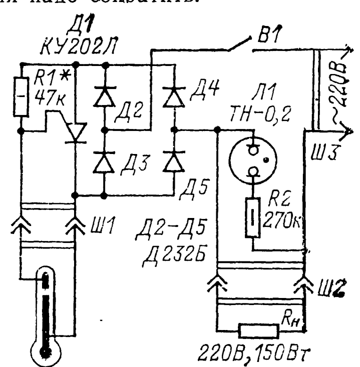


Рис. 110. Схема регулятора температуры воды на тринисторе

АВТОМАТИКА АКВАРИУМА

Одна из задач, стоящих перед любителем аквариумных рыб, — поддержание постоянной температуры воды в аквариуме. Решения могут быть самые разнообразные. Если, к примеру, есть ртутный контактный термометр и тринистор, то автомат поддержания нужной температуры в аквариуме можно собрать по схеме, приведенной на рис. 110.

Нагреватель $R_н$, находящийся в аквариуме, включен в цепь выпрямительного моста *Д2—Д5*. Тринистор *Д1*, включенный в диагональ моста, является

выключателем нагревателя. Он открывается протекающим через управляющий электрод током, значение которого зависит от сопротивления резистора *R1*.

Между управляющим электродом и катодом тринистора включен (через разъем *Ш1*) ртутный контактный термометр, также находящийся в аквариуме. Подвижным контактом на нем задается температура воды, которую нужно поддерживать. Как только вода нагреется до этой температуры, контакты термометра замкнутся и соединят управляющий электрод тринистора с катодом, отчего тринистор закроется и ток через нагреватель перестанет течь. При понижении температуры воды контакты термометра разомкнутся и тринистор откроется — на нагреватель вновь будет подано напряжение питания. Чтобы можно было контролировать работу автомата, параллельно нагревателю включена (через ограничительный резистор *R2*) неоновая лампа *Л1*.

Тринистор КУ201Л можно заменить на КУ201К, КУ202К—КУ202Н. Чтобы исключить перегрев тринистора, его устанавливают на радиатор, выполненный в виде уголка из меди или алюминия толщиной 1,5—2 мм и площадью поверхности 10—15 см². Вместо диодов Д232Б можно установить Д246Б, КД202К—КД202Н и другие, рассчитанные на выпрямленный ток 0,7—0,8 А и обратное напряжение не менее 300 В.

Автомат способен управлять несколькими нагревателями общей мощностью до 150 Вт.

При проверке работоспособности автомата придется, возможно, подобрать резистор *R1*, добиваясь включения питания нагревателя (о чем будет свидетельствовать сигнальная лампа) при отключенном контактном термометре.

Схема другого варианта автомата приведена на рис. 111. Здесь ртутный контактный термометр включен в цепь смещения транзистора *T1*. В исходном

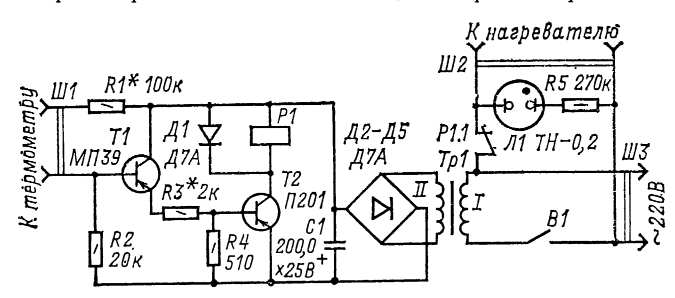


Рис. 111. Схема регулятора температуры воды на электромагнитном реле

состоянии, когда контакты термометра не замкнуты, оба транзистора закрыты, и напряжение на нагреватель подается через нормально замкнутые контакты *P1.1* реле *P1*. Когда температура достигает заданного значения, контакты термометра, замыкаясь, подключают резистор *R1* к базе транзистора *T1* и открывают его. Открывается и транзистор *T2*, срабатывает реле *P1* и размыкающимися контактами *P1.1* отключает нагреватель. При понижении температуры воды в аквариуме контакты термометра размыкаются и реле отпускает, подключая нагреватель к сети.

Чтобы предохранить транзистор *T2* от пробоя, параллельно обмотке реле включен диод *Д1*, гасящий ЭДС самоиндукции при закрывании транзистора.

Транзистор *T1* может быть серий МП39—МП42 с любым буквенным индексом, а транзистор *T2* — П201—П203, П213—П217. Реле типа РКН (паспорт РС4.503.125) или другое, срабатывающее при токе 25—30 мА и напряжении не более 12 В.

В качестве трансформатора питания можно использовать унифицированный трансформатор ТВК-110ЛМ-К (выходной трансформатор кадровой развертки телевизора) или самодельный. Данные самодельного трансформатора: магнитопровод с площадью сечения среднего стержня 4—5 см², обмотка *I* — 3000 витков (для сети 127 В 1730 витков) провода ПЭВ-1 0,1—0,12, обмотка *II* — 165 витков ПЭВ-1 0,2—0,25.

Приступая к налаживанию, гнезда разъема *Ш1* замыкают проволочной перемычкой. Если реле не срабатывает, замыкают выводы эмиттера и коллектора транзистора *Т1* и подбором резистора *R3* добиваются надежного срабатывания реле. После удаления обеих замыкающих перемычек реле должно отпустить, а при повторном замыкании гнезд разъема *Ш1* снова сработать. Если реле не срабатывает и в этом случае, подбирают резистор *R1* или заменяют транзистор *Т1* другим, с бо́льшим статическим коэффициентом передачи тока.

Регулярное кормление рыб, особенно при длительном отсутствии любителя живой природы, может обеспечить автомат, собранный по схеме на рис. 112.

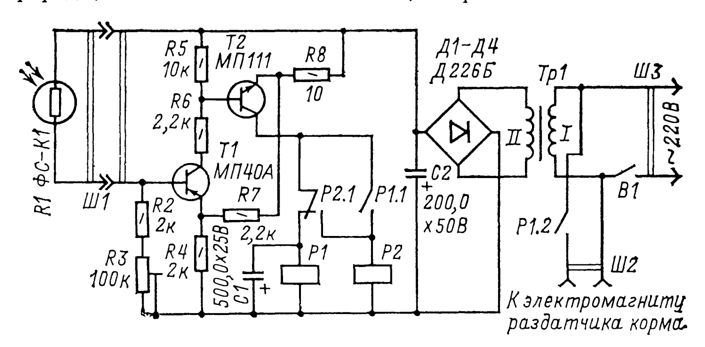


Рис. 112. Схема автомата кормления рыб

Задатчиком времени кормления служит фоторезистор *R1*, установленный вблизи окна чувствительной стороной к свету. С наступлением рассвета сопротивление фоторезистора уменьшается, на базе транзистора *Т1* увеличивается отрицательное напряжение смещения. Транзистор *Т1* открывается и открывает транзистор *Т2*. Срабатывает реле *Р1*, его контакты *Р1.1* подключают к транзистору *Т2* обмотку реле *Р2*, и оно тоже срабатывает. При этом переключающийся контакт группы *Р2.1* отключает реле *Р1* от транзистора *Т2* и блокирует его контакты *Р1.1*. Но реле *Р1* отпускает не сразу, а через некоторое время — пока не разрядится через его обмотку конденсатор *С1* (до определенного напряжения). Все это время через контакты *Р1.2* будет подаваться напряжение на обмотку электромагнита раздатчика корма, который высыпет в аквариум суточную порцию сухого корма (дафнии или растертого гаммаруса).

С наступлением темноты сопротивление фоторезистора возрастет и транзисторы закрываются. Обмотка реле *R2* обесточится и автомат возвращается в исходное состояние.

Транзистор МП40А можно заменить на МП25А, МП25Б, МП26А, МП26Б, а МП111 — на МП111Б, КТ315 (с любым буквенным индексом).

Реле *Р1* должно быть типа РКН или МКУ-48, ток срабатывания не более 30 мА при напряжении не более 20 В. Реле *Р2* — РЭС-6 или РЭС-9 с такими же электрическими данными, что и реле *Р1*.

Трансформатор питания *Тр1* наматывают на магнитопроводе Ш16×25. Обмотка *I*, рассчитанная на напряжение сети 220 В, должна содержать 2600 витков провода ПЭВ-1 0,15, обмотка *II* — 220 витков ПЭВ-1 0,25—0,31.

Автомат проверяют в действии при подключенной к разъему *Ш2* настольной лампе. Фоторезистор располагают у окна и подстроечным резистором *R3* добиваются срабатывания автомата, контролируемого по зажиганию (на непродолжительное время) лампы. Периодически прикрывая фоторезистор рукой, проверяют надежность срабатывания автомата.

Настраивать автомат лучше всего в пасмурный день — при минимально возможной освещенности фоторезистора. Это позволит добиться лучшей гарантии надежности его работы.

Теперь о конструкции раздатчика корма (рис. 113, *а*), устанавливаемого над аквариумом. В бункер *1* засыпается сухой корм. Определенная порция корма, предназначенная для высыпания в аквариум, поступает в дозатор, состоящий из цилиндра *2*, штока *3* и ярма *4*. Против ярма — сердечник *6* электро-

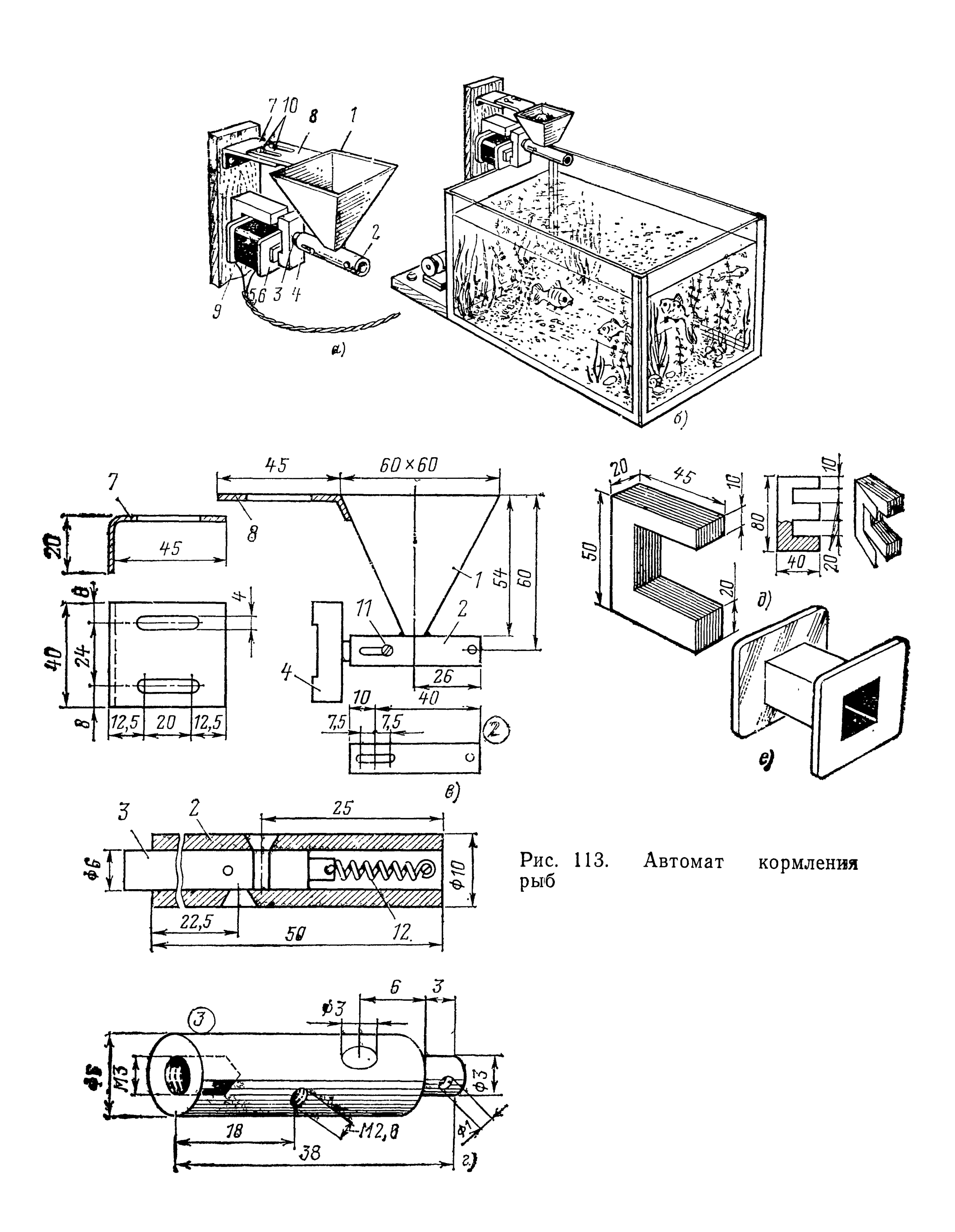


Рис. 113. Автомат кормления рыб

магнита с его обмоткой *5*. Напряжение на обмотку электромагнита подается через контакты *Р1.1* реле *Р1* автомата. При этом вокруг сердечника образуется сильное магнитное поле, притягивающее ярмо со штоком, и через отверстие в цилиндре дозатора в аквариум высыпается порция корма. После размыкания контактов реле шток с ярмом возвращается в прежнее положение и дозатор подготавливает очередную порцию корма на утро следующего дня.

Устройство бункера с дозатором показано на рис. 113, *в*. Бункер может быть сделан из листовой стали, меди или латуни. Можно также использовать оцинкованное кровельное железо или жесть от больших консервных коробок. К одной из стенок бункера приклепывают (можно припаять) держатель *8*, изготовленный из двухмиллиметрового железа. В держателе пропиливают направляющие, которые позволяют подобрать наилучшее положение бункера при работе автомата.

Устройство дозатора показано на рис. 113, *г*. Цилиндр *2* вытачивают из стали, меди или латуни. На расстоянии 25 мм от одного края просверливают в стенке цилиндра трехмиллиметровое отверстие, которое зенкуют с наружной стороны. В это отверстие будет поступать корм из бункера, поэтому бункер должен быть припаян к цилиндру так, чтобы отверстие находилось внутри бункера. Между бункером и цилиндром не должно быть щелей.

Еще одно трехмиллиметровое отверстие должно быть в стенке цилиндра с противоположной стороны, но на расстоянии 22,5 мм от края. Оси обоих отверстий должны быть строго параллельны.

Внутри цилиндра перемещается металлический шток *3*. На одном его конце отверстие с внутренней резьбой М3 для соединения с ярмом, выпиленным из мягкой стали, на другом — выступ с отверстием для возвратной пружины *12*. На расстоянии 9 мм от края выступа в штоке просверлено сквозное трехмиллиметровое отверстие, через которое высыпается корм, а под прямым углом к нему, на расстоянии 18 мм от противоположного конца штока, отверстие с резьбой М2,6 для ограничительного винта *11*.

Шток вставляют в цилиндр, где он должен удерживаться пружиной. Через паз в цилиндре в шток ввертывают ограничивающий винт М2,6. В исходном положении сквозное отверстие в штоке должно совпадать с верхним отверстием цилиндра, а при перемещении влево (по рис. 113, *г*) — с нижним отверстием. Когда бункер наполнен кормом, часть его высыпается в отверстие штока. После перемещения штока под действием электромагнита эта порция корма высыпается через нижнее отверстие цилиндра в аквариум. В этом и заключается работа дозатора.

При несовпадении отверстий цилиндра и штока надо проверить действие ограничителя и, если необходимо, увеличить паз в цилиндре. В крайнем случае можно немного распилить надфилем соответствующее отверстие в цилиндре. Только после подгонки деталей дозатора к нему припаивают бункер и скрепляют шток с ярмом электромагнита.

Бункер с дозатором укрепляют на стойке *9* (рис. 113, *а*) с помощью кронштейна *7*. Направляющие пазы в кронштейне должны совпадать с пазами, пропиленными в держателе бункера. Через эти пазы пропускают винты крепления бункера к кронштейну.

Электромагнит состоит из П-образного сердечника с обмоткой и ярма, скрепленного со штоком дозатора. Для создания нужного магнитного потока сечение сердечника должно быть не менее 3 см^2. В описываемой конструкции применен сердечник, показанный на рис. 113, *д*. Для него использованы пластины трансформаторного железа Ш20, толщина набора 20 мм. Чтобы получился нужный сердечник, часть набора пластин (заштрихованная на рис. 113, *д*) отпилена.

Каркас обмотки электромагнита (рис. 113, *е*) можно склеить из картона, пресс-шпана или плотной бумаги. Обмотка состоит из провода ПЭВ-1 0,2 мм (для сети напряжением 127 В ПЭВ-1 0,3), намотанного до заполнения каркаса. Сопротивление обмотки постоянному току будет около 500 Ом (для сети 127 В около 300 Ом).

При подключении обмотки электромагнита к сети ярмо со штоком должны притянуться к сердечнику. Зазор между сердечником и ярмом не должен превышать 5 мм — это расстояние подбирают передвижением держателя бункера

вдоль пазов кронштейна. Если ярмо со штоком слабо притягивается к сердечнику, то часть обмотки (100—150 витков) удаляют. Постепенно уменьшая число витков обмотки, нетрудно подобрать нужную тягу электромагнита.

После проверки работы автомата сетку с дозирующим устройством прикрепляют к основанию (рис. 113, *а*), а электронную часть, смонтированную в подходящем корпусе, размещают на основании.

ЭЛЕКТРОНИКА ДЛЯ ФОТОЛЮБИТЕЛЕЙ

Известно, что для получения хорошего снимка при фотографировании движущегося объекта, съемку нужно вести с минимальной выдержкой. А это возможно, при прочих равных условиях, только при достаточном освещении. Хорошо, если съемка ведется на улице при ярком солнечном свете. Но что делать, когда приходится фотографировать в спортивном зале при сравнительно слабом освещении?

Еще несколько десятков лет назад фотолюбители в подобных ситуациях пользовались мгновенным искусственным освещением — магниевыми вспышками и одноразовыми лампами-вспышками. Сейчас же источниками мгновенного освещения стали электронные лампы-вспышки, позволяющие делать с одной лампой несколько тысяч снимков.

ЭЛЕКТРОННАЯ ФОТОВСПЫШКА

Основная часть любой электронной фотовспышки — импульсная лампа, обычно ИФК-120, представляющая собой изогнутую стеклянную трубку, заполненную инертным газом. Концы трубки заварены, и через них пропущены выводы ее электродов. На электроды лампы подают постоянное напряжение той полярности, которая на ней помечена. Но этого напряжения недостаточно для поджига газа. Дополнительный импульс напряжения подают на поджигающий электрод — полоску серебряной мастики, нанесенную на поверхность трубки через металлический хомутик, надетый на оба колена трубки.

Работу импульсной лампы иллюстрирует схема, изображенная на рис. 114, *а*. На основные электроды лампы *Л1* подают постоянное напряжение около 300 В. К поджигающему электроду кнопкой *Кн1* можно подключить источник

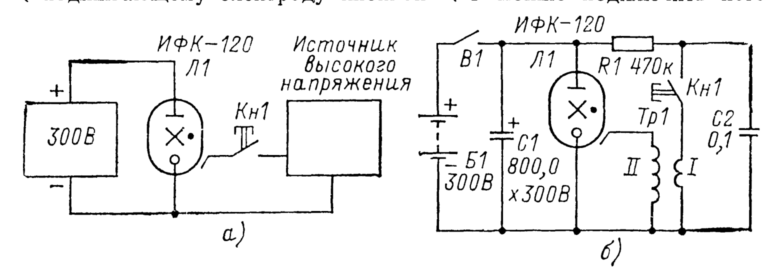


Рис. 114. Импульсная лампа ИФК-120:
а — включение лампы в электрическую цепь; *б* — практическая схема включения

высокого напряжения (10—15 кВ). Если быстро нажать и отпустить кнопку, то на поджигающий электрод будет подан импульс напряжения продолжительностью в несколько сотых долей секунды. За это время газ внутри трубки ионизируется, станет токопроводящим, произойдет искровой разряд, сопровождаемый яркой световой вспышкой.

Если бы напряжение источника питания на электродах лампы оставалось неизменным, лампа горела бы и после отпускания кнопки. Но источник питания, как правило, маломощный с большим внутренним сопротивлением. В момент разряда он шунтируется лампой, получается как бы короткое замыкание для источника питания, и его напряжение уменьшается практически до нуля. По-

этому разряд должен быть кратковременным и электронное устройство мгновенно возвращающимся в исходное состояние.

Упрощенная схема подачи питания на импульсную лампу показана на рис. 114, *б*. Батарею *Б1* подключают к лампе выключателем *В1*. В первый момент после замыкания его контактов в цепи появляется «скачок» тока заряда конденсатора *С1* сравнительно большой емкости, из-за чего напряжение батареи резко падает. После заряда конденсатора напряжение батареи увеличивается до первоначального. Одновременно с конденсатором *С1* будет заряжаться (через резистор *R1*) конденсатор *С2* небольшой емкости. При этом лампа *Л1* никакого влияния на цепи заряда оказывать не будет, так как в погашенном состоянии она обладает очень большим сопротивлением.

Трансформатор *Тр1* высоковольтный импульсный. Первичной обмоткой он подключен (через кнопку *Кн1*) к конденсатору *С2*, а вторичной — к поджигающему электроду лампы. Его коэффициент трансформации очень большой, поэтому напряжение на вторичной обмотке может превышать напряжение на первичной во много раз — около 100.

После заряда конденсатора батарею питания можно отключить выключателем *В1* — заряженный конденсатор будет выполнять ее функцию. При нажатии кнопки *Кн1* конденсатор *С2* мгновенно разряжается через обмотку импульсного трансформатора. Во вторичной обмотке трансформатора индуцируется импульс высокого напряжения, который ионизирует газ внутри лампы. Происходит вспышка, на которую расходуется энергия, запасенная конденсатором *С1*. Яркость вспышки (или, как говорят, энергия вспышки) определяется емкостью накопительного конденсатора *С1*.

Принципиальная схема фотовспышки, работающей от батареи напряжением 4,5 В показана на рис. 115, *а*. Ее основа — преобразователь постоянного напряжения, выполненный на транзисторах *Т1* и *Т2*. Выводы коллекторов и баз

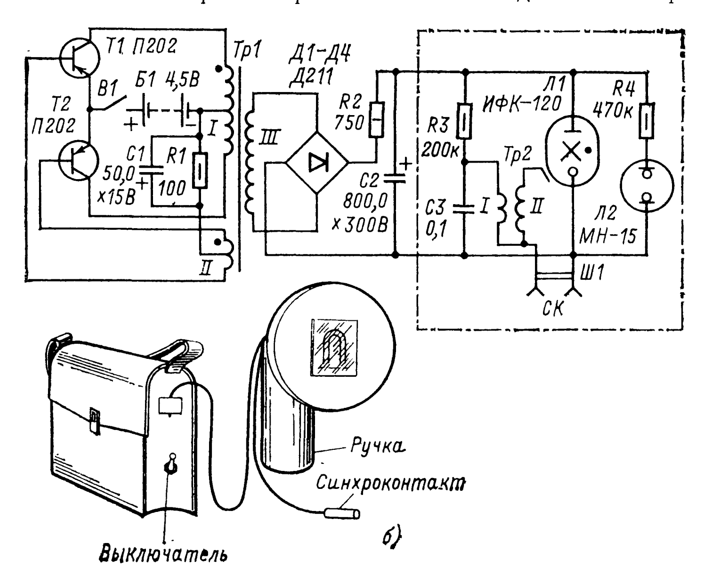


Рис. 115. Лампа-вспышка

транзисторов подключены к обмоткам трансформатора *Тр1* так, что при подаче питания каскад возбуждается и на коллекторной обмотке появляется переменное напряжение, которое повышается обмоткой *III* примерно до 200 В. Для получения более надежного возбуждения, особенно при понижении напряжения батареи, на базы транзисторов подается через цепочку *R1C1* отрицательное напряжение смещения. Напряжение обмотки *III* выпрямляется диодами *Д1—Д4*,

включенными по мостовой схеме, и заряжает конденсаторы *С2* и *С3* примерно до 280 В. Кнопки поджига здесь нет: ее роль выполняет синхроконтакт фотоаппарата, подключаемый к устройству через разъем *Ш1 СК*.

Чтобы энергия вспышки при съемке была постоянной, нужно нажимать на спусковую кнопку фотоаппарата только после полного заряда конденсатора *С2*. Поэтому в устройство введена цепь сигнализации, состоящая из неоновой лампы *Л2* и резистора *R4*, ограничивающего ток через лампу. Неоновая лампа рассчитана на напряжение зажигания 220 В.

Транзисторы *Т1* и *Т2* могут быть серий П201—П203, подойдут и другие мощные, но в этом случае надо будет подбирать резистор *R1*. С резистором меньшего сопротивления облегчается возбуждение генератора, но возрастает ток, потребляемый от батареи. Подбирают такой резистор, чтобы устройство работало при снижении напряжения батареи до 3,5 В и минимально возможном токе потребления.

Трансформатор *Тр1* наматывают на магнитопроводе Ш16×25 (сечение не менее 4 см^2). Сначала на каркас, изготовленный из плотного картона или тонкого гетинакса, наматывают повышающую обмотку *III* — 1800 витков провода ПЭВ-0,17. Через каждые 450 витков прокладывают два слоя лакоткани, пропарафинированной или конденсаторной бумаги, а сверху обматывают тремя слоями изоляционной ленты. Затем наматывают обмотку *I* — 40 витков провода ПЭВ-1 0,7—0,8 с отводом от середины и обмотку *II* — 36 витков провода ПЭВ-1 0,3 с отводом от середины. Провод обмотки укладывают в одном направлении, помечая начала и концы обмоток *I* и *II*.

Импульсный трансформатор *Тр2* готовый, от любой промышленной фотовспышки, или самодельный. Каркас самодельного трансформатора картонный, диаметром 7 мм и длиной 20 мм с щечками на обоих концах. Сначала наматывают обмотку *II*, содержащую 2000 витков провода ПЭВ-1 или ПЭЛШО 0,06—0,08. Через каждые 400—500 витков обмотку смазывают расплавленным парафином, а всю обмотку обертывают слоем лакоткани. Затем равномерно по всей длине каркаса наматывают обмотку *I* — 20—25 витков ПЭВ-1 0,4—0,6.

Конденсатор *С2* типа ЭФ емкостью 800 мкФ на номинальное напряжение 300 В. Остальные конденсаторы, а также резисторы могут быть любого типа.

Преобразователь и выпрямитель (с зарядным конденсатором *С2* и резистором *R2*) монтируют в переносном футляре (рис. 115, *б*).

Остальные детали, обведенные на схеме штрихпунктирной линией, собирают в ручке рефлектора, который может быть готовым. Роль рефлектора может выполнять вогнутая металлическая чашка со сферической поверхностью (например, от большого половника). Для подключения импульсной лампы внутри рефлектора укрепляют держатель из изоляционного материала с контактами. Вставив в полученную панель импульсную лампу, припаивают к хомутику и контактам проводники и пропускают их через отверстие в рефлекторе. Перед импульсной лампой устанавливают пластинку из органического стекла, рассеивающую световой импульс. Поверхность этой пластинки необходимо зачистить наждачной бумагой, чтобы она стала матовой. Для монтажа деталей в ручке рефлектора используют провод в поливинилхлоридной изоляции. Импульсный трансформатор располагают возможно ближе к лампе-вспышке.

Проверив все соединения по схеме, приступают к испытанию конструкции. Через 15—20 с после включения питания (выключателем *В1*) вольтметр постоянного тока, подключенный к выходу выпрямителя, должен фиксировать напряжение 280—300 В. Отсутствие напряжения укажет на необходимость изменения подключения выводов обмотки *I* или *II* трансформатора *Тр1*. При кратковременном замыкании контактов *СК* лампа создаст импульс света.

При пользовании фотовспышкой питание на преобразователь подают до тех пор, пока не загорится сигнальная неоновая лампа. Только после этого выключают питание (выключателем *В1*) и делают снимок. Перед последующим снимком снова включают питание до зажигания сигнальной лампы. Так делают, чтобы более экономно расходовать энергию батареи питания.

Свежая батарея позволяет делать снимки через 10—15 с. Однако по мере истощения энергии батареи паузу между снимками приходится увеличивать до 30—35 с. С одной батареей 3336Л можно сделать 35—40 вспышек. Если две

таких батареи соединить параллельно, число вспышек увеличится примерно до 100.

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Отсчитывать вслух время выдержки при фотопечати — способ простой, но он страдает большой погрешностью. Поэтому и качество фотоснимков не всегда одинаковое — одни недодержаны, другие передержаны, хотя, кажется, негативы равноценные.

Большую помощь при фотопечати может оказать реле времени. Выдержку в этом случае поначалу определяют методом пробных отпечатков, а в дальнейшем устанавливают ручками реле времени.

Ламповое реле времени, работающее от сети переменного тока (рис. 116). Несмотря на то, что сетевое напряжение колеблется в течение дня, выдержка времени предлагаемого реле практически постоянна. Это потому, что в нем для

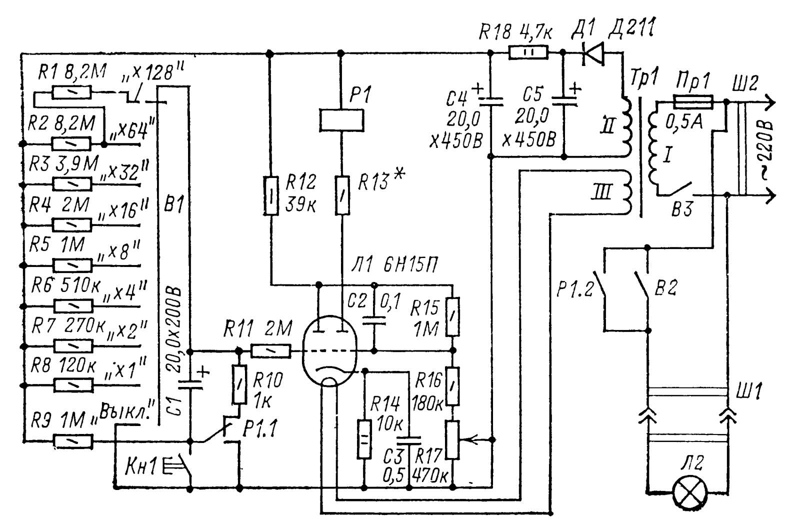


Рис. 116. Схема реле времени на двойном триоде

отсчета времени используется спусковое устройство — триггер, собранный на двойном триоде 6Н15П. Резистор *R14* — резистор автоматического смещения для обоих триодов лампы.

Управляющая сетка левого (по схеме) триода соединена через резистор *R11* с подвижным контактом переключателя *В1*. Сюда же подключены резистор *R10* и конденсатор *С1*, соединенные с контактами *Р1.1* электромагнитного реле *Р1*. Через эти же контакты на управляющую сетку триода поступает постоянное напряжение положительной полярности. Нагрузкой триода служит резистор *R12*. Нагрузкой правого по схеме триода является цепь, составленная из резистора *R13* и обмотки реле *Р1*. Напряжение смещения на управляющую сетку подается с делителя, образованного резисторами *R15*—*R17*, поэтому оно зависит как от напряжения на аноде левого триода, так и от напряжения на катодном резисторе *R14*.

Сразу после включения питания левый триод откроется, поскольку на его сетке положительное напряжение, а первый триод закроется. Это исходное состояние автомата — он готов к работе.

Нужную выдержку времени устанавливают переключателем *В1* и переменным резистором *R17* и нажимают кнопку *Кн1*. Управляющая сетка левого триода окажется на мгновение подключенной к минусу источника питания, и триод будет закрыт напряжением смещения на резисторе *R14*. При этом напряжение

на его аноде резко увеличится, откроется правый триод и сработает реле *Р1*. Контакты *Р1.1* заблокируют кнопку, а контакты *Р1.2* подадут питание на лампу *Л2* фотоувеличителя. Конденсатор *С1* начнет заряжаться через один из резисторов *R1*—*R8*, подключенных к нему переключателем *В1*. Время заряда конденсатора зависит от сопротивления подключенного резистора. Когда напряжение на конденсаторе достигнет определенного значения, откроется левый триод и закроется правый триод — автомат вновь окажется в исходном состоянии. Реле при этом обесточится, а лампа фотоувеличителя выключится. Контакты *Р1.1* подключат резистор *R10* к конденсатору *С1* и разрядят его.

Диапазон выдержек реле времени от 0,5 до 128 с разбит на восемь поддиапазонов, устанавливаемых переключателем *В1*. Номиналы резисторов *R1*—*R8* выбраны такими, что при каждом последующем положении переключателя выдержка изменялась вдвое. Плавно изменять выдержку в пределах каждого поддиапазона можно переменным резистором *R17*. При установке переключателя в положение *Выкл.* левый триод закрывается, правый открывается и срабатывает электромагнитное реле. Это положение переключателя необходимо для проверки работы триггера и налаживания автомата.

Для наводки на резкость и кадрирования фотоувеличитель можно включить в сеть вручную выключателем *В2*.

Автомат питается от однополупериодного выпрямителя на диоде *Д1*. Выпрямленное напряжение фильтруется цепью из конденсаторов *С4, С5* и резистора *R18*.

Реле *Р1* типа РКН (паспорт РС4.500.015, РС4.503.195, РС4.513.037) или другое, срабатывающее при токе 4—7 мА. Контакты *Р1.2* должны быть рассчитаны на ток, потребляемый лампой фотоувеличителя. Резистор *R13* подбирают в зависимости от используемого реле.

Переключатель *В1* одноплатный на 11 положений (11П1Н). Его фиксатор устанавливают так, чтобы число переключений было ограничено до 9.

Конденсатор *С1* должен быть бумажным на номинальное напряжение не менее 200 В. Конденсаторы *С2* и *С3* тоже бумажные: *С2* на номинальное напряжение не ниже 400 В, *С3* — на 160 В. Электролитические конденсаторы любого типа на номинальное напряжение не ниже 400 В.

Трансформатор питания наматывают на магнитопроводе Ш25×30. Обмотка *I* должна содержать 1210 витков провода ПЭВ-1 0,27, обмотка *II* — 1300 витков ПЭВ-1 0,15, обмотка *III* — 39 витков ПЭВ-1 0,6.

Реле времени собирают в корпусе из изоляционного материала. На передней стенке корпуса устанавливают выключатели *В2* и *В3*, переключатель выдержек *В1* и переменный резистор *R17*, на верхней — кнопку *Кн1* пуска. Двухгнездную розетку *Ш1* и держатель предохранителя размещают на задней стенке корпуса.

Если все детали исправны и нет ошибок в монтаже, налаживание автомата сводится к подбору резистора *R13*. Для этого переключатель выдержек *В1* устанавливают в положение *Выкл.*, а последовательно с электромагнитным реле включают миллиамперметр. Прибор должен показывать ток, превышающий ток срабатывания реле. Надо подобрать резистор *R13* такого сопротивления, при котором ток через обмотку реле будет соответствовать паспортному значению.

После этого переходят к градуировке шкалы переменного резистора *R17*, К автомату вместо фотоувеличителя подключают настольную лампу и устанавливают переключатель *В1* в положение «×128», соответствующее максимальной длительности выдержки автомата. Движок переменного резистора *R17* должен находиться в верхнем по схеме положении. Нажимают кнопку *Кн1* — сразу же должна загореться настольная лампа. По секундомеру определяют продолжительность горения лампы — она должна составлять 128 с. Затем движок резистора *R17* устанавливают в другое крайнее положение и снова определяют выдержку — она должна быть вдвое меньше. После этого против этих крайних положений ручки резистора пишут соответствующие им цифры 1 и 0,5. Это выдержки времени в секундах. Так же наносят на шкалу выдержки при промежуточных положениях ручки переменного резистора; определив по секундомеру выдержку, делят ее на множитель поддиапазона (в данном случае на 128) и наносят полученный результат на шкалу. Для удобства работы с автоматом желательно нанести следующие значения: 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1.

Далее проверяют работу автомата на других поддиапазонах. Если на каком-то из поддиапазонов измеренное время будет значительно отличаться от показаний шкалы, то подбирают резистор, соответствующий этому поддиапазону (R2—R8).

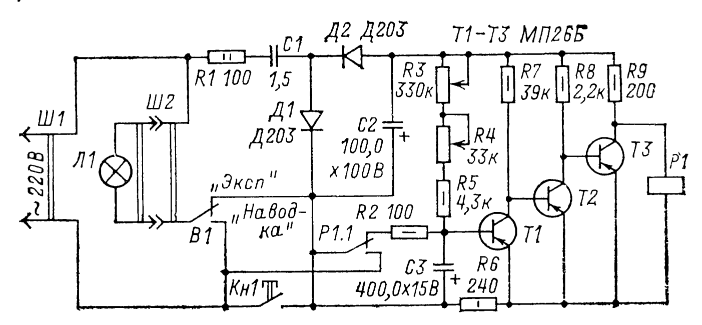


Рис. 117. Схема транзисторного реле времени с бестрансформаторным питанием

Транзисторное реле времени с бестрансформаторным питанием от сети (рис. 117). Автомат состоит из времязадающей цепи *R3—R5, С3*, своеобразного электронного ключа на транзисторах *Т1—Т3* и электромагнитного реле *Р1*, через контакты *Р1.1* которого подается питание на лампу *Л1* фотоувеличителя. Показанное на схеме положение контактов *Р1.1* является исходным.

Для пуска реле времени следует нажать кнопку *Кн1*. Сетевое напряжение через резистор *R1*, выполняющий роль гасящего резистора, и конденсатор *С1* поступает на выпрямитель на диодах *Д1* и *Д2*, а пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором *С2*. Резистор *R1* ограничивает импульс тока через диоды в момент включения питания. Напряжение на конденсаторе *С2* зависит от сопротивления нагрузки и при ее отсутствии или сравнительно большом сопротивлении может достигать 600 В. По мере повышения напряжения на нем увеличивается ток в цепи нагрузки, состоящей из последовательно соединенных резисторов *R9, R6* и электромагнитного реле *Р1*. При некотором напряжении реле срабатывает, контактами *Р1.1* блокирует кнопку *Кн1* и одновременно отключает левый (по схеме) вывод резистора *R2* от плюсовой обкладки конденсатора *С3*. При этом конденсатор *С3* сразу же начинает заряжаться через резисторы *R3—R5*. Как только напряжение на нем превысит падение напряжения на резисторе *R6*, транзистор *Т1* откроется, транзистор *Т2* закроется и откроет транзистор *Т3*. Малое сопротивление открывшегося транзистора *Т3* зашунтирует обмотку реле *Р1* и оно отпустит, контакты *Р1.1* возвратятся в исходное положение. В результате лампа *Л1* увеличителя и реле времени окажутся отключенными от сети, а конденсатор *С3* разрядится через резистор *R2*.

Продолжительность заряда конденсатора *С3* до некоторого определенного напряжения зависит от его емкости, сопротивления резисторов *R3—R5* и напряжения питания. Поэтому, например, при повышении напряжения сети, казалось бы, продолжительность заряда должна уменьшиться, а значит, и измениться выдержка. Однако этого не произойдет, и вот почему. При увеличении напряжения увеличивается ток через нагрузку, отчего возрастает и падение напряжения на резисторе *R6*. Поэтому и конденсатору нужно теперь зарядиться до большего напряжения, чтобы сработал электронный ключ. А на это уйдет дополнительное время. Таким образом, продолжительность заряда конденсатора до нового напряжения будет соответствовать продолжительности его заряда при прежнем напряжении питания.

Когда движки резисторов *R3* и *R4* находятся в нижнем по схеме положении, в зарядной цепи остается только резистор *R5*, выдержка реле равна 1 с. При вращении ручки только резистора *R4* можно получить выдержки от 1 до 9 с, а при вращении ручки только резистора *R3* (движок резистора *R4* при этом должен быть в нижнем положении) — от 1 до 60 с. Причем в первом

случае минимально возможная выдержка (после 1 с) 1,5 с, а во втором — 5 с. При других номиналах резисторов *R3*—*R5* можно подобрать другие пределы изменения выдержек.

Все транзисторы автомата могут быть серий МП25, МП26 с любым буквенным индексом и коэффициентом передачи тока не менее 20. Транзистор *T1* желательно подобрать с минимальным обратным током коллектора.

Реле Р1 — РКН (паспорт РС4.503.022, РС4.503.025), МКУ-48 (паспорт РА4.500.232, РА4.500.132) или другое с обмоткой сопротивлением 500—600 Ом. Диоды *Д1* и *Д2* выпрямителя могут быть Д203—Д205 или другие, рассчитанные на выпрямленный ток не менее 200 мА и обратное напряжение не менее 200 В.

Постоянные резисторы — МЛТ, переменные — СП-1. Конденсатор *C1* бумажный, на номинальное напряжение не менее 500 В. Его можно составить из трех параллельно соединенных конденсаторов МБМ емкостью по 0,5 мкФ и на номинальное напряжение 500 В. Конденсатор С2 — К50-3А, С3 — ЭТО-2. Кнопка *Кн1* и переключатель *В1* любых конструкций, но с хорошей изоляцией между контактами и ручками управления.

Детали реле времени надо смонтировать в корпусе из изоляционного материала. На верхней стенке корпуса размещают переменные резисторы выдержки времени, кнопку пуска и переключатель *В1 Экспозиция—Наводка,* на задней стенке — двухгнездную колодку *Ш1* для подключения фотоувеличителя.

Налаживание начинают с проверки выпрямителя. Проволочными перемычками временно соединяют левый (по схеме) вывод резистора *R2* с плюсовым выводом конденсатора *С3*, контакты кнопки *Кн1*, выводы эмиттера и коллектора транзистора *Т2*. Включают автомат в сеть и измеряют напряжение на конденсаторе *С2* — оно должно быть около 38 В при нормальном напряжении сети. Если измеренное напряжение отличается более чем на ±20%, то подбирают конденсатор *С1*.

Затем последовательно с обмоткой реле *Р1* включают миллиамперметр и измеряют ток в этой цепи — он должен быть не менее паспортного значения тока срабатывания используемого реле. При этом падение напряжения на резисторе *R6* должно быть около 12 В. Для выполнения этих двух условий придется, возможно, подобрать соответствующий резистор *R9*. После этого проволочную перемычку, замыкающую выводы эмиттера и коллектора транзистора *Т2,* переключают на аналогичные выводы транзистора *Т1*. При этом ток через обмотку реле должен уменьшиться почти до нуля, что будет свидетельствовать об открывании транзистора *Т3*. Если ток уменьшается, но он все же больше тока отпускания реле, то следует подобрать резистор *R8* с меньшим сопротивлением.

Далее удаляют перемычку с выводов транзистора *Т1* и убеждаются, что электромагнитное реле вновь срабатывает (контролируют ток через обмотку). Если этого не происходит, то добиваются подбором резистора *R7* или заменяют транзистор *Т2* другим, с бóльшим коэффициентом передачи тока базы. Естественно, что замену деталей и перепайку перемычки необходимо делать при отключенном от сети автомате.

После этого удаляют все проволочные перемычки, к автомату подключают настольную лампу (вместо фотоувеличителя) и устанавливают движки резисторов *R3* и *R4* в верхнее по схеме положение. При нажатии кнопки должно сработать электромагнитное реле, заблокировать ее контакты (кнопку теперь можно отпустить) и включить лампу. Через некоторое время (не более 2,5—3 мин) лампа должна погаснуть. Если этого не происходит, то следует отключить автомат от сети, подключить параллельно конденсатору *С3* высокоомный вольтметр, подключить автомат к сети и нажать кнопку. По стрелке вольтметра наблюдают за увеличением напряжения на конденсаторе. Если при наибольшем напряжении на конденсаторе автомат не сработает, то необходимо сравнить это напряжение с падением напряжения на резисторе *R6*. Если напряжение на конденсаторе меньше, следует подобрать резистор *R6* таким, чтобы напряжение на нем (при замкнутых выводах конденсатора *С3*) было немного меньше напряжения заряженного конденсатора.

К такой подгонке напряжений приходится прибегать только тогда, когда параметры транзисторов и электромагнитного реле значительно отличаются от

указанных в описании. Обычно же реле времени начинает работать сразу и никакого налаживания не требуется.

Заключительный этап — градуировка шкал переменных резисторов. Делают это с помощью секундомера, устанавливая движок того или иного резистора в различные положения и нажимая каждый раз кнопку пуска. При градуировке шкалы одного резистора движок другого должен находиться в нижнем по схеме положении. При работе автомата выдержка будет равна сумме показаний на шкалах обоих резисторов.

Транзисторное реле времени с фотоэкспонометром (рис. 118). Основой этого автомата является усилитель тока на составном транзисторе *Т1Т2*, обладаю-

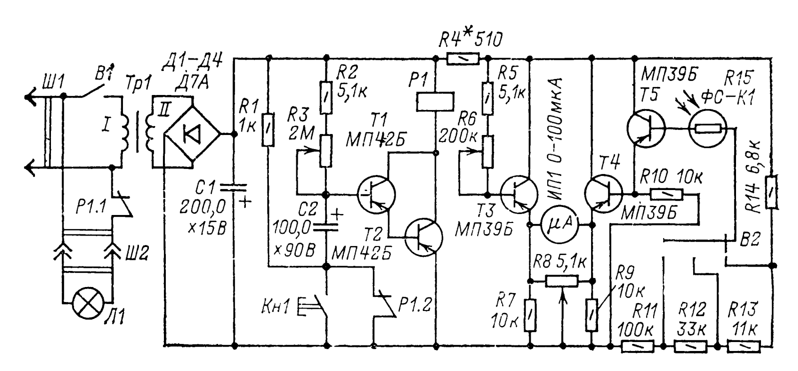


Рис. 118. Схема реле времени с фотоэкспонометром

щий сравнительно большим входным сопротивлением и значительным коэффициентом усиления (равным примерно произведению коэффициентов передачи тока транзисторов). Это позволило получить диапазон выдержек до 180 с. Питается реле времени от двухполупериодного выпрямителя, выполненного на диодах *Д1—Д4*.

При включении трансформатора питания *Тр1* в сеть на базу транзистора *Т1* поступает через резисторы *R2, R3* отрицательное напряжение смещения, транзисторы усилителя открываются и срабатывает реле *Р1*. Контактами *Р1.1* оно отключает лампу *Л1* фотоувеличителя от сети, а контактами *Р1.2* разблокировывает контакты кнопки *Кн1*. Через резистор *R1* и эмиттерный переход составного транзистора начнет заряжаться конденсатор *С2*. Через несколько секунд автомат готов к работе.

Для пуска автомата нажимают кнопку *Кн1*. Конденсатор *С2* оказывается подключенным к эмиттерному переходу составного транзистора, оба транзистора закрываются. Реле *Р1* отпускает и его контакты *Р1.1* и *Р1.2* замыкаются, в результате чего включается лампа *Л1* увеличителя и блокируются контакты кнопки. Конденсатор *С2* начинает разряжаться. Продолжительность его разряда устанавливают переменным резистором *R3*. Когда конденсатор разрядится, на базе составного транзистора вновь появится отрицательное напряжение и сработает реле *Р1* — лампа увеличителя выключится.

Во время кадрирования и наводки на резкость лампу фотоувеличителя включают тумблером *В1*.

Вторая часть устройства — фотоэкспонометр. Он выполнен на транзисторах *Т3—Т5* и фоторезисторе *R15*. Транзисторы *Т3, Т4* и резисторы *R7—R9* образуют плечи измерительного моста, в диагональ которого включен стрелочный индикатор *ИП1*. Мост балансируют переменным резистором *R6* при затемненном фоторезисторе *R15* и среднем положении движка резистора *R8*. При освещении фоторезистора баланс моста нарушается и по шкале индикатора определяют выдержку в секундах, при которой получается хороший отпечаток.

Переключатель *В2*, являющийся своеобразным множителем выдержки, отсчитанной по шкале выдержки индикатора, позволяет корректировать уровень разбаланса моста при изменении освещенности фоторезистора. Положение

движка переменного резистора *R8* относительно среднего значения зависит от типа используемой фотобумаги.

В автомате можно использовать любые маломощные низкочастотные транзисторы структуры *p-n-p*. Статический коэффициент передачи тока транзисторов *T1*—*T4* должен составлять от 60 до 80, транзистора *T5* от 85 до 90. Обратный ток коллектора транзистора *T1* должен быть не более 2 мкА.

Выпрямительные диоды могут быть серии Д226 с любым буквенным индексом. Электромагнитное реле — РКН (паспорт РС4.500.167) или другое, рассчитанное на ток срабатывания до 20 мА (сопротивлением обмотки около 1000 Ом).

Трансформатор питания выполнен на сердечнике Ш15×30. Обмотка *I* содержит 3200 витков провода ПЭВ-1 0,15 (для сети 127 В 1840 витков), обмотка *II* — 220 витков ПЭВ-1 0,27.

Конденсатор *C1* типа К50-6, *C2* — ЭТО-2. Индикатор *ИП1* измерительного моста — микроамперметр на ток полного отклонения стрелки 100 мкА.

Налаживание устройства сводится к градуировке шкал переменного резистора *R3* установки выдержки, резистора *R8* корректировки выдержки, переключателя *B2* множителя выдержки. Шкалу резистора *R3* градуируют с помощью секундомера при подключенной к автомату настольной лампе. Градуировку же фотоэкспонометра производят в реальных условиях с фотоувеличителем. Подобрав наилучшую выдержку при печати кадра с нормального негатива, помещают фоторезистор на бумагу в наиболее интересное в сюжетном отношении место (светочувствительным слоем к фотоувеличителю) и отмечают показания стрелки индикатора. Изменяя освещенность фотобумаги (диафрагмированием объектива фотоувеличителя), подбирают выдержки пробными отпечатками и каждый раз измеряют освещенность. Результаты заносят в табличку, которую затем приклеивают к корпусу устройства или по ней размечают шкалу индикатора. Измерения проводят с одним наиболее часто используемым для печати типом фотобумаги (нормальная, унибром).

Затем переходят на другой тип фотобумаги и при установленной ранее выдержке добиваются хорошего отпечатка изменением освещенности, т. е. диафрагмированием объектива. Далее кладут на бумагу фоторезистор и переменным резистором *R8* добиваются отклонения стрелки индикатора на деление, соответствующее установленной выдержке. На шкале резистора делают отметку о типе бумаги. Так поступают и при работе с другими типами бумаги. Если же отклонения стрелки индикатора недостаточны или она уходит за пределы шкалы, необходимо переходить на другой диапазон, устанавливая переключатель *B2* в другое положение.

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ СО ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ

Реле времени (рис. 119) можно применить для сигнализации окончания какого-то процесса, например проявления, закрепления или промывки фотопленки, не требующего точной выдержки. Оно состоит из полевого транзистора *T1*, включенного по схеме истокового повторителя, и генератора звуковой частоты на транзисторе *T2*. В положении контактов переключателя *B1*, показанном на схеме, питание от истокового повторителя и генератора отключено, а конденсатор *C1* заряжен до напряжения источника питания. При установке переключателя *B1* в положение *Выдержка* питание подается на оба транзистора реле времени, а заряженный конденсатор *C1* окажется подключенным к затвору транзистора *T1* и полностью откроет его. Почти все напряжение источника питания будет падать на резисторе *R4*. Напряжение на участке исток—сток уменьшится настолько, что транзистор *T2* практически закроется и генерации колебаний звуковой частоты не будет.

По мере разряда конденсатора *C1* через резисторы *R2* и *R3* падение напряжения на них, а значит, и напряжение на затворе транзистора будут уменьшаться. Через некоторое время это напряжение станет таким, что рабочая точка транзистора возвратится в исходное положение, заданное резистором автоматического смещения *R4*. На этом резисторе будет падать примерно половина напряжения источника питания, а остальное — на участке сток — исток транзистора *T1*. Отрицательное напряжение смещения на базе транзистора *T2* воз-

растает, транзистор откроется и начнет генерировать колебания звуковой частоты. Генерация возникает из-за сильной положительной обратной связи между коллекторной и базовой цепями транзистора через обмотку трансформатора *Тр1*. Звук в головке *Гр1*, подключенной к обмотке *II* трансформатора, известит о прошествии заданного времени.

Время выдержки зависит от емкости конденсатора *С1* и суммарного сопротивления резистора *R2* и введенной части резистора *R3*. Минимальная продолжительность выдержки будет при верхнем по схеме положении движка резистора *R3*. С конденсатором емкостью 150 мкФ минимальная выдержка равна 1 мин, а максимальная — около 14 мин. При замене его конденсатором емкостью 300 мкФ минимальная выдержка увеличивается примерно до 2 мин, а максимальная — до 30—35 мин.

Полевой транзистор должен быть с начальным током стока не менее 2 мА. Транзистор МП39Б (можно использовать и другие низкочастотные транзисторы структуры *p-n-p*) должен быть со статическим коэффициентом передачи тока базы не менее 50.

Трансформатор *Тр1* — выходной трансформатор транзисторного приемника с двухтактным выходным каскадом. Головка *Гр1* мощностью от 0,1 до 1 Вт. Конденсатор *С1* — ЭТО-2, *С2* любого типа. Переключатель *В1* — тумблер ТП1-2 или другой переключатель на два положения и два направления.

Налаживание автомата начинают с проверки режима работы полевого транзистора. Установив переключатель в положение *Выдержка*, кратковременно замыкают пинцетом выводы конденсатора *С1*, а затем подбирают (если это необходимо) резистор *R4* такой, чтобы падение напряжения на нем равнялось примерно половине напряжения источника питания. При быстром переводе переключателя *В1* в положение *Заряд* и снова в положение *Выдержка*, это напряжение должно резко возрастать до напряжения источника питания, а затем, по прошествии некоторого времени (оно зависит от емкости конденсатора *С1* и сопротивления введенной части резистора *R3*), уменьшаться почти до нуля. В этот момент должен раздаваться звуковой сигнал, указывающий на включение генератора. Если сигнала нет, следует подобрать резистор *R5*. Сопротивление этого резистора должно быть таким, чтобы генерация срывалась, как только к затвору транзистора *Т1* будет подключен заряженный конденсатор *С1*. Тональность звучания изменяют подбором конденсатора *С2*.

Шкалу переменного резистора *R1* градуируют с помощью образцового секундомера.

При работе с реле времени не следует забывать, что стабильность выдержек зависит от напряжения источника питания. Поэтому напряжение батареи надо периодически проверять. Если напряжение меньше 3,5 В, батарею заменяют свежей.

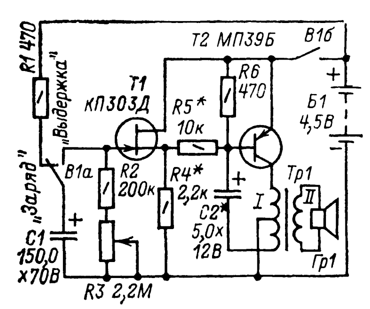


Рис. 119. Схема реле времени со звуковой сигнализацией

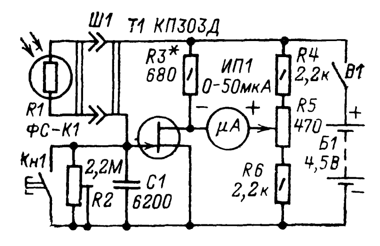


Рис. 120. Схема индикатора плотности негатива

ИНДИКАТОР ПЛОТНОСТИ НЕГАТИВА

При печати фотоснимков хорошо использовать прибор, который бы следил за плотностью негатива (или освещенностью фотобумаги) и автоматически уста-

навливал нужную выдержку. Но сделать такой автомат не всегда под силу даже опытному радиолюбителю — сложна и конструкция и налаживание.

Можно, однако, собрать несложную приставку для контроля плотности негатива, и диафрагмированием объектива фотоувеличителя добиваться одинаковой освещенности проецируемого на фотобумагу изображения. Останется лишь подобрать оптимальную выдержку и установить ее на реле времени с учетом типа используемой фотобумаги.

В индикаторе плотности негатива, схема которого изображена на рис. 120, используется полевой транзистор, включенный по схеме с общим истоком. Постоянное напряжение на затвор транзистора подается с делителя, образованного фоторезистором *R1* и подстроечным резистором *R2*. При изменении освещенности фоторезистора изменяется его сопротивление, а значит, и напряжение на затворе транзистора. Это вызывает изменение напряжения на стоке транзистора и соответствующее отклонение стрелки подключенного к нему индикатора *ИП1*. Стрелку индикатора устанавливают резисторами *R2* и *R5* при затемненном фоторезисторе. Корректируют нулевое положение стрелки индикатора кнопкой *Кн1*. При нажатии на нее затвор соединяется с истоком, и уже только одним переменным резистором *R5* стрелку индикатора устанавливают на нуль.

За условный нуль отсчета, т. е. вполне определенное положение стрелки индикатора, соответствующее заданной плотности негатива, можно принять, например, среднее деление шкалы. Возможность получения такого отклонения зависит от параметров фоторезистора, транзистора и чувствительности индикатора. На них и нужно обратить особое внимание при подборе деталей.

Фоторезистор ФС-К1 можно заменить на ФС-К0, ФС-К2. Начальный ток стока транзистора должен быть не менее 2 мА, а крутизна — не менее 3 мА/В. Индикатор *ИП1* — микроамперметр на ток 50—100 мкА с возможно большим сопротивлением рамки (не менее 500 Ом).

Подстроечный резистор *R2* и переменный *R5*, кнопка *Кн1* и выключатель *В1* могут быть любых типов, постоянные резисторы МЛТ-0,25 Вт. Источник питания — батарея 3336Л. Конденсатор *С1* (он нужен для защиты затвора транзистора от наводок переменного тока) — БМ, ПМ, КСО, КЛС.

Детали прибора, кроме фоторезистора, размещают в небольшом корпусе (рис. 121, *а*). На его верхней стенке крепят индикатор, кнопку, выключатель и

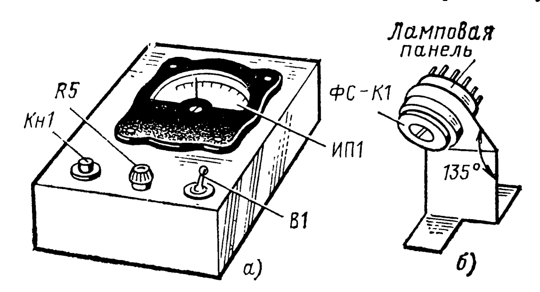


Рис. 121. Индикатор плотности негатива

переменный резистор *R5* установки нуля, на задней стенке — подстроечный резистор и двухгнездную колодку для подключения фоторезистора. Фоторезистор вставляют в восьмиштырьковую ламповую панель, которую укрепляют на стойке (рис. 121, *б*) из полоски алюминия толщиной 1—1,5 мм или жести толщиной 0,3—0,5 мм. Угол отгиба вертикальной части стойки должен быть около 45°. К контактным лепесткам панели, с которыми соединяют выводы фоторезистора, припаивают проводники в поливинилхлоридной изоляции с двухполюсной вилкой на конце.

Налаживание начинают с установки режима работы транзистора при отключенном фоторезисторе. Индикатор тоже отключают от стока транзистора. Включив питание, измеряют напряжение на стоке транзистора и подбором резистора *R3* добиваются, чтобы оно было равно примерно половине напряжения источника питания. Такое же напряжение устанавливают и на движке перемен-

ного резистора *R5*. Только после этого подключают микроамперметр к стоку транзистора и переменным резистором *R5* устанавливают стрелку индикатора на нуль.

Далее устройство налаживают при подключенном фоторезисторе, но делают это при фотопечати. Спроецировав изображение с негатива нормальной плотности на чувствительный слой фотобумаги, устанавливают на объективе фотоувеличителя диафрагму 8 (или в крайнем случае 5,6). Стойку с фоторезистором устанавливают вблизи кадрирующей рамки так, чтобы чувствительный слой фоторезистора был направлен примерно на середину кадра (или на наиболее интересную в сюжетном отношении часть кадра). Перемещая движок подстроечного резистора *R2* из крайнего верхнего по схеме положения в крайнее нижнее, добиваются отклонения стрелки индикатора до среднего деления шкалы. Нажав кнопку *Кн1*, проверяют нулевое положение стрелки и, если это необходимо, вновь корректируют положение стрелки переменным резистором *R5*, отпускают кнопку и подстроечным резистором *R2* устанавливают стрелку на среднее деление шкалы.

Добиваться отклонения стрелки индикатора точно до середины шкалы не обязательно: это положение стрелки служит своеобразным эталоном одинаковой освещенности фотобумаги при смене негатива. Исходным может быть любое другое отклонение стрелки.

На этом налаживание прибора можно закончить и сделать несколько контрольных отпечатков с разных по плотности негативов, устанавливая каждый раз стрелку индикатора на выбранное деление шкалы диафрагмированием объектива увеличителя. По окончании работы фоторезистор отключают и надевают на него светонепроницаемый чехол, предохраняющий светочувствительный слой от попадания на него солнечных лучей или яркого искусственного освещения.

НОВОГОДНИЕ АТТРАКЦИОНЫ

РЕЛЕЙНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ЕЛОЧНЫХ ГИРЛЯНД

Новогодние праздники не бывают без украшенных елок, а елки — без гирлянд из разноцветных электрических ламп.

На ветвях новогодней елки развешивают, как правило, не менее двух гирлянд, составленных из последовательно или параллельно соединенных ламп. А чтобы гирлянды периодически включались и выключались, используют электрические или электронные переключатели.

Простейшим таким устройством может быть **переключатель на двух электромагнитных реле**, выполненный по схеме, изображенной на рис. 122, *а*. Это релейный мультивибратор с одним времязадающим конденсатором. При включении питания через обмотку реле *Р2* начинает протекать зарядный ток конденсатора *С1*. Реле срабатывает и контактами *Р2.1* отключает реле *Р1* от конденсатора. Заряд конденсатора продолжается до тех пор, пока через обмотку реле *Р2* протекает ток, достаточный для удержания его якоря. Когда якорь отпускает, контакты *Р2.1* замыкаются и подключают обмотку реле *Р1* к заряженному конденсатору. Теперь срабатывает реле *Р1* и контактами *Р1.1* отключает реле *Р2* от конденсатора — конденсатор начинает разряжаться через обмотку реле *Р1*. Продолжительность его разряда зависит от напряжения отпускания реле. Когда напряжение на конденсаторе станет меньше напряжения отпускания реле, якорь реле возвратится в исходное положение и контакты *Р1.1* замкнутся.

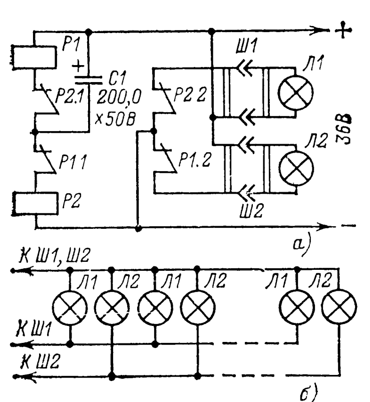


Рис. 122. Переключатель гирлянд на двух реле

Таким образом, конденсатор поочередно то заряжается, то разряжается. При этом срабатывает реле *Р1* или *Р2*. Если ко вторым группам контактов ре-

ле подключить гирлянды, они будут переключаться с частотой, зависящей от емкости конденсатора и сопротивления обмоток реле. При использовании реле с обмотками сопротивлением 500 Ом и конденсатора емкостью 200 мкФ частота колебаний мультивибратора примерно равна 0,15 Гц.

Оба реле могут быть РЭС-9 (паспорт РС4.524.200), конденсатор — К50-6. Гирлянды ламп должны быть рассчитаны на напряжение 36 В (например, параллельно соединенные группы из шести последовательно соединенных ламп на напряжение 6,3 В). Можно, конечно, использовать и готовые гирлянды, рассчитанные на напряжение сети, но в этом случае в мультивибраторе должны работать реле типа РКН (паспорт РС4.500.014), контакты которых рассчитаны на коммутацию сетевого напряжения.

С помощью этого переключателя можно создать эффект «бегущих огней», Для этого достаточно лампы обеих гирлянд расположить так, чтобы они чередовались (рис. 122, *б*), уменьшить напряжение питания до 24—26 В и включить в мультивибратор конденсатор другой емкости (подбирают экспериментально).

Для коммутации трех гирлянд можно рекомендовать **переключатель на трех электромагнитных реле** (рис. 123,*а*). При включении питания устройство принимает исходное состояние (показанное на схеме). Для пуска переключателя нажимают кнопку *Кн1*. При этом заряжается конденсатор *С1* и срабатывает реле *Р1*, которое контактами *Р1.1* подключает конденсатор *С2* к источнику питания. Этот конденсатор также заряжается. После отпускания кнопки конденсатор *С1* разряжается через обмотку реле *Р1*, и в течение этого времени якорь реле остается в притянутом состоянии. Затем реле отпускает и контактами *Р1.1* подключает конденсатор *С2* к обмотке реле *Р2*. Это реле срабатывает, и его контакты *Р2.1* подключают конденсатор *С3* к источнику питания. Когда реле *Р2* отпустит, конденсатор *С3* окажется подключенным к реле *Р3* и оно сработает. Контактами *Р3.1* конденсатор *С1* окажется подключенным к источнику питания и зарядится. И так далее. Реле включаются поочередно, коммутируя своими вторыми группами контактов (*Р1.2, Р2.2, Р3.2*) гирлянды ламп.

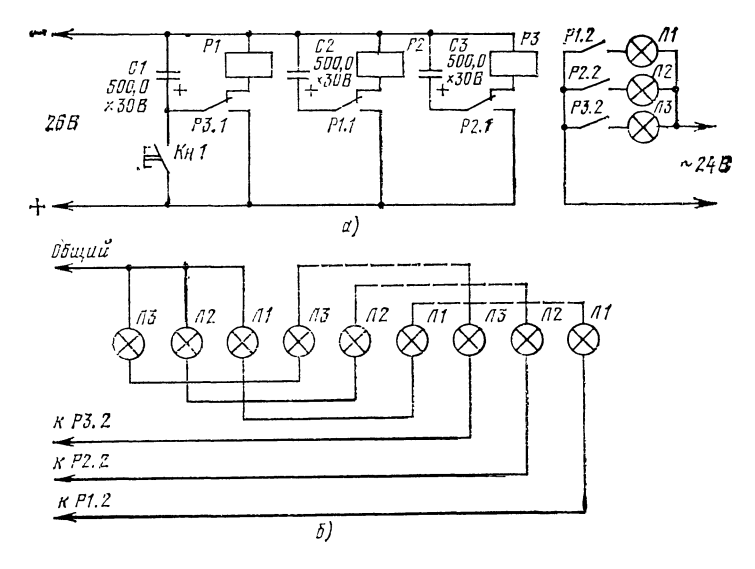


Рис. 123. Переключатель гирлянд на трех реле

Все реле могут быть типа РЭС-9 (паспорт РС4.524.200), конденсаторы ЭГЦ, кнопка любой конструкции. Для питания переключателя подойдет выпрямитель, рассчитанный на ток нагрузки не менее 100 мА. Гирлянды можно составить из параллельно соединенных ламп, рассчитанных на 26 В, или после-

довательно соединенных ламп на напряжение 3,5 В, включив в гирлянды восемь таких ламп.

Питание на гирлянды подается через трансформатор, понижающий напряжение сети до 24 В (например, ТБ-30).

Частота переключения гирлянд зависит от емкости конденсаторов *С1—С3*. С увеличением их емкости частота переключения уменьшается. Чтобы получить «бегущие огни», конденсаторы должны быть емкостью по 300 мкФ, а лампы гирлянд расположены поочередно и соединены так, как показано на схеме на рис. 123, *б* (при использовании ламп от карманного фонаря).

Для коммутации готовых гирлянд, рассчитанных на питание от сети, реле должны быть РКН или МКУ-48 с обмотками сопротивлением 500—600 Ом, напряжение срабатывания не более 15 В.

Переключатель на тиратронах МТХ-90 (рис. 124). Каждая из ламп работает в релаксационном генераторе, нагруженном на обмотку «своего» электромагнитного реле. Контакты реле управляют четырьмя гирляндами *Л3—Л6*. Ча-

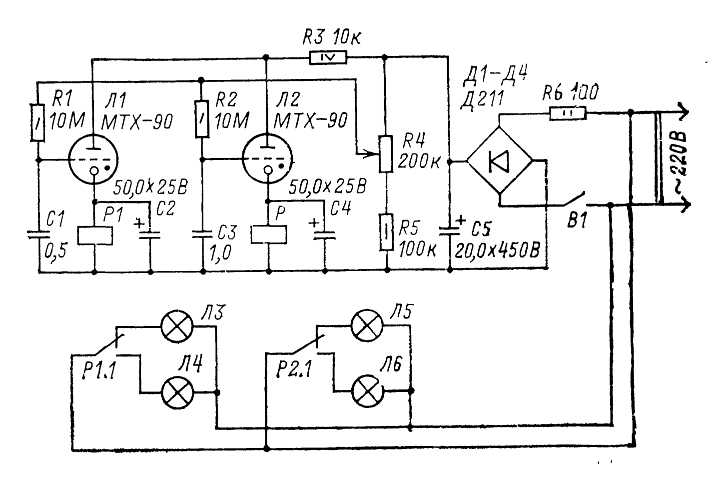


Рис. 124. Схема переключателя гирлянд на лампах МТХ-90

стоты импульсов обоих генераторов различны и никак не синхронизированы между собой, поэтому гирлянды вспыхивают беспорядочно, что создает необычный световой эффект.

При включении питания конденсаторы *С1* и *С3* в сеточных цепях тиратронов начинают заряжаться. Продолжительность заряда конденсаторов зависит от их емкости, сопротивлений резисторов *R1, R2* и напряжения, снимаемого с движка переменного резистора *R4*. Когда напряжение на одном из конденсаторов достигает напряжения зажигания тиратрона, он вспыхивает и срабатывает реле в цепи катода. Контакты реле переключают гирлянды. При срабатывании реле напряжение на аноде тиратрона резко уменьшается (поскольку протекающий через резистор *R3* ток вызывает падение напряжения на нем) и тиратрон гаснет. Но в то же время конденсатор в цепи сетки другого тиратрона продолжает заряжаться, и вскоре этот тиратрон вспыхивает. Реле, включенное в цепи его катода, срабатывает, а через некоторое время (когда тиратрон погаснет и конденсатор *С2* или *С4* разрядится через обмотку реле) отпускает. Частоту переключения гирлянд можно регулировать переменным резистором *R4*. Минимальное напряжение, снимаемое с его движка (оно должно быть больше напряжения зажигания тиратрона по управляющей сетке), ограничено резистором *R5*.

Реле этого переключателя могут быть типа РКН (паспорт РС4.500.089, РС4.500.014), МКУ-48 (паспорт РА4.500.232) или другие с обмотками сопротивлением 500—600 Ом и током срабатывания 20—40 мА. Контакты реле должны быть рассчитаны на работу при данном сетевом напряжении.

Переменный резистор *R4* — СП-I, постоянные резисторы — МЛТ. Каждый из резисторов *R1* и *R2* можно составить из двух-трех последовательно соединенных резисторов меньших сопротивлений, а *R3* — из двух параллельно соединенных резисторов сопротивлением по 20 кОм, мощностью рассеяния по 2 Вт. В выпрямителе вместо диодов Д211 можно применить в каждом плече по два последовательно соединенных диода Д226Б или другие, рассчитанные на выпрямленный ток не менее 100 мА и обратное напряжение не менее 300 В. Электролитические конденсаторы (любого типа) — на номинальные напряжения не менее указанных на схеме.

Устройство не требует налаживания и, как правило, начинает работать сразу после подключения к сети. Может, однако, случиться, что после срабатывания реле тиратрон не погаснет. В таком случае резистор *R3* надо заменить резистором большего сопротивления. Тогда падение напряжения на нем увеличится и тиратрон погаснет.

Выключателем *В1* автомат можно отключать от сети. При этом будут гореть постоянно две гирлянды.

Устройство можно дополнить одним или несколькими генераторами с конденсаторами различных емкостей в цепях сеток тиратронов. Увеличится и число переключаемых гирлянд на новогодней елке.

На рис. 125 приведена схема еще одной конструкции — **переключателя гирлянд на трехфазном мультивибраторе.** Трехфазный мультивибратор собран на

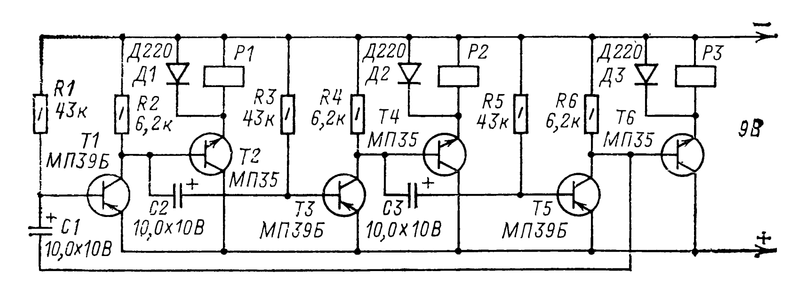


Рис. 125. Схема трехфазного мультивибратора

транзисторах *Т1*, *Т3*, *Т5*, а транзисторы *Т2*, *Т4*, *Т6* выполняют роль усилителей тока, нагруженных на электромагнитные реле *Р1—Р3*. Диоды *Д1—Д3* предупреждают пробой транзисторов экстратоками, появляющимися в обмотках реле при закрывании транзисторов.

Частота колебаний, генерируемых мультивибратором, зависит от сопротивления резисторов в базовых цепях транзисторов и емкости переходных конденсаторов. Номиналы этих деталей подобраны такие, чтобы устройство создавало эффект «бегущих огней» трех гирлянд, коммутируемых контактами реле. Лампы гирлянд соединяют по схеме, приведенной на рис. 123, *б*.

Наиболее подходящие реле для такого переключателя РКН (паспорт РС4.500.069, РС4.500.168). Можно также использовать другие реле, срабатывающие при токе не более 20 мА и напряжении до 7 В. Контакты реле должны быть рассчитаны на напряжение сети переменного тока.

Статический коэффициент передачи тока всех транзисторов около 30. Диоды Д220 можно заменить диодами серий Д2, Д9. Источником питания служат две батареи 3336Л, соединенные последовательно. Если при включении питания мультивибратор не запускается, следует ввести кнопку на размыкание в цепь эмиттера любого из транзисторов *Т1*, *Т3*, *Т5*.

Интересные световые эффекты можно получить, используя **переключатель гирлянд с четырьмя реле** (рис. 126). Каждое реле срабатывает со своей, вполне определенной частотой и не связано с контактами других реле. Переключатель состоит из четырех аналогичных каскадов, только в двух последних каскадах на транзисторах *Т3* и *Т4* емкости времязадающих конденсаторов иные, чем в предыдущих каскадах.

Рассмотрим работу одного из каскадов, например выполненного на транзисторе *Т1*. При включении питания через контакты *Р1.1* реле *Р1* и резисторы *R1*, *R2* начинает заряжаться конденсатор *С1*. Продолжительность заряда конденсатора зависит от его емкости и общего сопротивления резисторов *R1* и *R2*. По мере заряда конденсатора возрастают отрицательное напряжение сме-

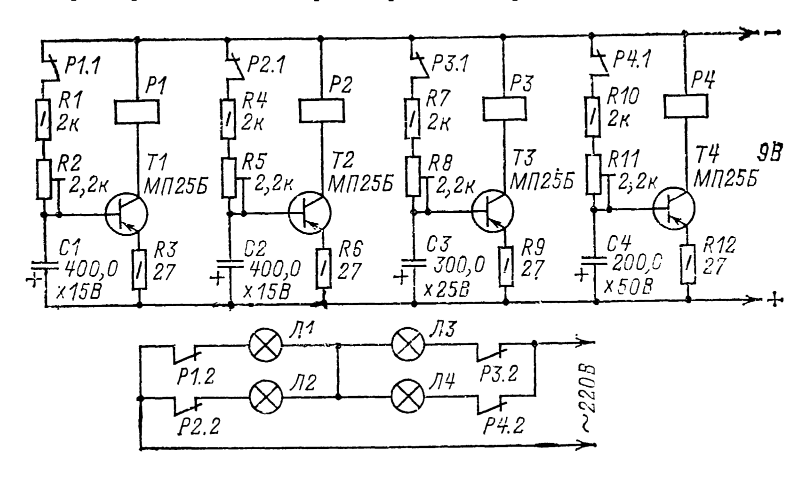


Рис. 126. Схема переключателя гирлянд с четырьмя реле

щения на базе транзистора *Т1* и ток коллекторной цепи. При определенном напряжении на конденсаторе реле *Р1* срабатывает и его контакты *Р1.1* размыкаются. Конденсатор *С1* начинает разряжаться через эмиттерный переход транзистора, поддерживая реле в сработанном состоянии. Но ток в коллекторной цепи уменьшается и, когда он станет меньше тока отпускания реле, контакты *Р1.1* возвращаются в исходное положение (замыкаются) и процесс повторяется. Частоту срабатывания реле устанавливают подстроечным резистором *R2*.

Аналогично работают и другие каскады, но частота срабатывания их реле другая. Это позволяет получать различные световые эффекты. Действительно, если, к примеру, еще не сработало ни одно реле, в сеть будут включены все четыре гирлянды. При срабатывании реле *Р1* гирлянда *Л1* будет отключена и яркость свечения оставшихся гирлянд изменится — у гирлянды *Л2* она возрастет. Когда сработает реле *Р3*, одновременно может отпустить реле *Р1*. Тогда возрастает яркость гирлянды *Л1*, а яркость свечения гирлянд *Л1* и *Л2* ослабеет. И так далее. Будет создаваться впечатление, что гирлянды не только переключаются, но и плавно изменяют яркость свечения.

В переключателе можно применить другие, кроме указанных на схеме, низкочастотные транзисторы с допустимым напряжением на коллекторе не менее 30 В и током коллектора в импульсном режиме до 100 мА. Статический коэффициент передачи тока транзисторов должен быть не менее 30.

Электромагнитные реле РКН (паспорт РС4.500.148, РС4.500.181) или другие, срабатывающие при токе не более 20 мА и напряжении до 7 В. Постоянные резисторы МЛТ, подстроечные СП-1, конденсаторы ЭТО-2.

Источник питания — две батареи 3336Л, соединенные последовательно, или выпрямитель, рассчитанный на ток нагрузки не менее 80 мА.

Гирлянды могут быть готовыми или самодельными из последовательно соединенных ламп на напряжение 6,3 или 12 В. Общее напряжение питания гирлянды должно составлять примерно 70% сетевого напряжения.

Переключатель гирлянд не требует налаживания, за исключением подбора подстроечными резисторами частоты срабатывания реле каждого каскада. Это делают с подключенными гирляндами. Может случиться, что какое-либо реле срабатывает и не отпускает после разряда времязадающего конденсатора. Причиной могут быть слишком большие коэффициенты передачи тока и обратный

ток коллектора транзистора данного каскада. Поэтому вначале нужно попытаться заменить транзистор, а если это не помогает, подобрать резистор в цепи эмиттера.

И еще один переключатель с использованием электромагнитных реле — **световая мозаика на шести мультивибраторах.** Переключатель состоит из шести симметричных мультивибраторов, каждый из которых имеет свою длительность импульсов. Одна из нагрузок каждого мультивибратора — электромагнитное реле с двумя группами переключающихся контактов.

Поскольку все мультивибраторы выполнены по одинаковой схеме, на рис. 127 приведена лишь схема одного из них — первого. Длительность его импульсов (продолжительность включения реле) выбрана равной 1 с. Поэтому конден-

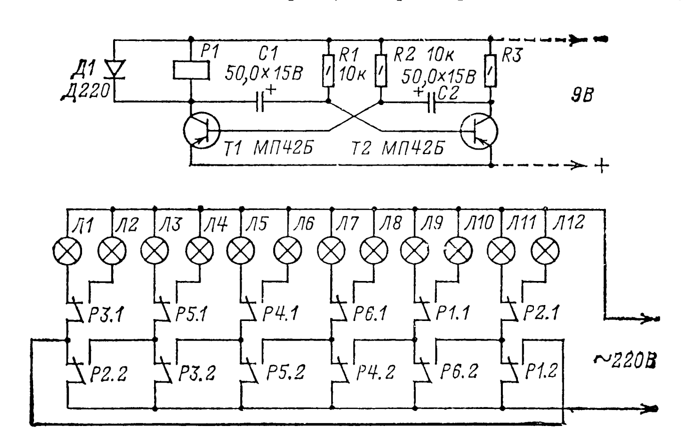


Рис. 127. Схема световой мозаики

саторы *С1* и *С2* для этого мультивибратора должны быть емкостью по 50 мкФ. Во втором мультивибраторе (с реле *Р2*) используются конденсаторы емкостью по 100 мкФ и длительность импульсов составляет 1,8 с. Емкость конденсаторов третьего мультивибратора (с реле *Р3*) по 200 мкФ, длительность импульсов около 3,5 с. В четвертом мультивибраторе (с реле *Р4*) используются конденсаторы емкостью по 500 мкФ, длительность импульсов составляет 8 с. Для пятого мультивибратора (с реле *Р5*) нужны конденсаторы емкостью по 700 мкФ (параллельно соединенные конденсаторы емкостью по 500 и 200 мкФ), чтобы длительность импульсов получилась 11,5 с. Наибольшая длительность импульсов около 15 с выбрана для шестого мультивибратора (с реле *Р6*), емкость его конденсаторов по 1000 мкФ. Все конденсаторы на номинальное напряжение не менее 15 В.

Реле РКН (паспорт РС4.500.148) или им подобные, рассчитанные на срабатывание при токе не более 30 мА и напряжении 5—6 В. Сопротивление нагрузочных резисторов правых по схеме транзисторов мультивибраторов (в первом мультивибраторе *R3*) должно быть равно сопротивлению обмоток используемых реле.

Транзисторы желательно применить с возможно большим коэффициентом передачи тока.

Гирлянды ламп (готовые или самодельные), коммутируемые этим устройством, должны быть разноцветными. Так, две гирлянды (например, *Л1* и *Л3*) могут быть окрашены в синий цвет, две — в зеленый, две — в красный и т. д. Это создаст особый цветовой эффект.

При включении устройства могут сработать несколько реле, но в любом случае будут гореть одновременно шесть гирлянд. Затем, по мере срабатывания и отпускания тех или иных реле, будут гаснуть одни и зажигаться другие гирлянды. Несложный подсчет показывает, что число сочетаний одновременно

горящих гирлянд может быть 64. Так что новогодняя елка будет озаряться светом самых причудливых оттенков.

Возможен и другой вариант — вместо гирлянд использовать окрашенные сетевые лампы мощностью по 25—40 Вт, разместив их на передней стенке корпуса прямоугольной формы в четыре ряда по три лампы в каждом ряду. Внутри корпуса можно смонтировать остальные детали устройства вместе с выпрямителем. Такую конструкцию располагают вблизи елки (или укрепляют среди ее ветвей на подставке).

БЕСКОНТАКТНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

В электронных переключателях радиолюбители все чаще стали применять тринисторы вместо электромагнитных реле.

Схема одного из подобных устройств — **переключателя гирлянд на двух тринисторах** — приведена на рис. 128. Он представляет собой симметричный мультивибратор, в котором роль электронных ключей выполняют тринисторы,

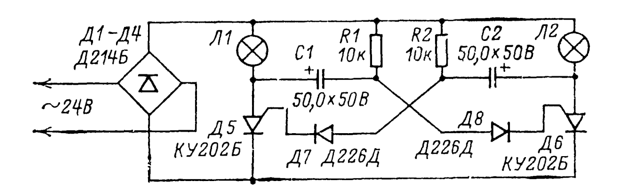


Рис. 128. Схема переключателя гирлянд на двух тринисторах

включающие гирлянды *Л1* и *Л2*. Частота переключения гирлянд зависит от емкости конденсаторов *С1*, *С2* и сопротивления резисторов *R1*, *R2*.

Устройство питается от двухполупериодного выпрямителя, выполненного на диодах *Д1—Д4*, включенных по мостовой схеме. Переменное напряжение 24 В на выпрямитель подают от понижающего трансформатора питания.

В переключателе гирлянд можно использовать практически любые тринисторы — Д235, Д238, КУ201, КУ202. Каждую гирлянду можно составить из параллельно соединенных ламп на напряжение 24 В. Общий ток, потребляемый гирляндами, не должен превышать допустимый прямой ток тринистора. В зависимости от этого выбирают диоды выпрямителя. Так, при использовании гирлянды с током потребления 2 А в выпрямителе следует использовать диоды Д214Б, Д215Б, Д303.

На рис. 129 приведена схема **тринисторного переключателя с тиратронами МТХ-90.** Он состоит из генератора импульсов, выполненного на лампе *Л1*, триггера на лампах *Л2*, *Л3* и тринисторных ключей (*Д2*, *Д3*). Генератор импульсов представляет собой релаксационный генератор импульсов положительной полярности. Импульсы управляют работой триггера, который соединен с управляющими электродами тринисторов, включенных последовательно с лампами гирлянд *Л4*, *Л5* (разъемы *Ш2*, *Ш3*).

Генератор импульсов и триггер питаются от однополупериодного выпрямителя на диоде *Д1*. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором *С2*. Резистор *R1* гасит избыточное напряжение сети.

При включении питания начинает заряжаться конденсатор *С1*. Когда напряжение на нем достигнет напряжения зажигания тиратрона *Л1*, он вспыхнет и конденсатор быстро разрядится через него и резистор *R4*. На резисторе появится импульс положительного напряжения. Частота импульсов, а значит, и частота вспышек зависит от сопротивления резисторов *R2*, *R3* и емкости конденсатора *С1*. Резистором *R3* частоту импульсов можно изменять в достаточно широких пределах.

С резистора *R4* импульсы поступают через конденсаторы *С3* и *С5* на управляющие сетки ламп *Л2* и *Л3* триггера и зажигают одну из этих ламп. При поступлении очередного импульса горевшая лампа гаснет, а негоревшая зажи-

гается. Поскольку катоды ламп триггера подключены к управляющим электродам тринисторов, при вспыхивании той или иной лампы в цепи управляющего электрода соответствующего тринистора потечет ток. Тринистор при этом открывается и включает «свою» гирлянду (*Л4* или *Л5*).

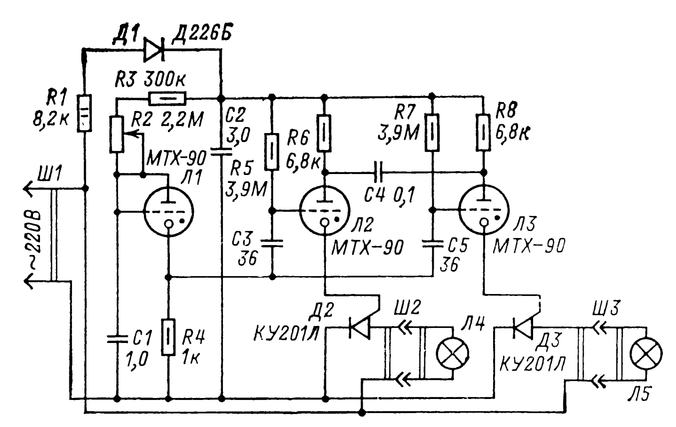


Рис. 129. Схема тринисторного переключателя гирлянд на лампах МТХ-90

Переключатель рассчитан на работу с двумя гирляндами, ток потребления каждой из которых не должен превышать допустимого тока через тринистор.

Конденсаторы *С1*, *С4* — МБМ на номинальное напряжение 160 В. Конденсатор *С2* составляют из трех конденсаторов МБМ емкостью по 1 мкФ на номинальное напряжение 160 В. Конденсаторы *С3* и *С5* — КТК-1.

Это устройство может работать и от сети напряжением 127 В. В этом случае параллельно резистору *R1* нужно подключить добавочный резистор, сопротивление которого должно быть таким, чтобы напряжение на конденсаторе *С2* было около 100 В.

Имея транзисторы МП26А, рассчитанные на повышенное напряжение, можно собрать **тринисторный переключатель с регулируемой скважностью импульсов** (рис. 130). Он рассчитан на коммутацию двух гирлянд мощностью до 200 Вт.

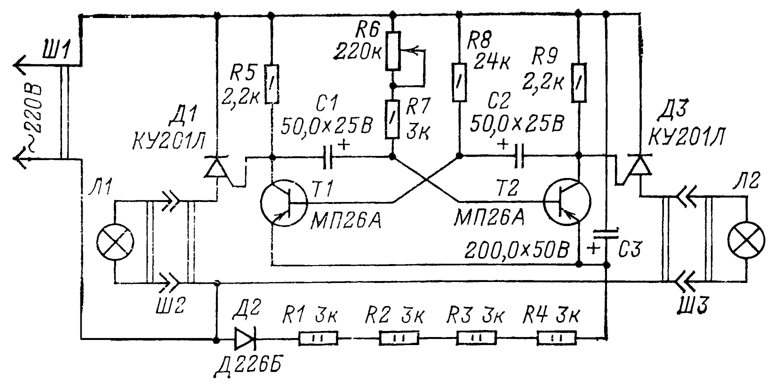


Рис. 130. Схема тринисторного переключателя гирлянд с регулируемой скважностью импульсов

Переключатель состоит из мультивибратора, выполненного на транзисторах *Т1* и *Т2*, и управляемых тринисторных ключей *Д1* и *Д3*.

Транзисторы мультивибратора поочередно открываются и закрываются. Когда открыт транзистор *Т1*, на управляющем электроде тринистора *Д1* появляется открывающее его положительное (относительно катода) напряжение и зажигается гирлянда *Л1*. Когда же открыты транзистор *Т2* и тринистор *Д3*, то горит гирлянда *Л2*. Продолжительность горения гирлянды *Л2* можно изменять переменным резистором *R6* от 0,5 до 10 с. Продолжительность горения гирлянды *Л1* постоянна и составляет около 1 с. Мультивибратор питается от однополупериодного выпрямителя на диоде *Д2*. Резисторы *R1—R4* ограничивают максимальное выпрямленное напряжение до 20—25 В.

Переменный резистор *R6* может быть типа СПО-0,5 или СП-1, постоянные резисторы МЛТ, электролитические конденсаторы К50-6.

Интересен **переключатель гирлянд на трехфазном тринисторном мультивибраторе** (рис. 131). Он, как и предыдущий переключатель, питается непосредст-

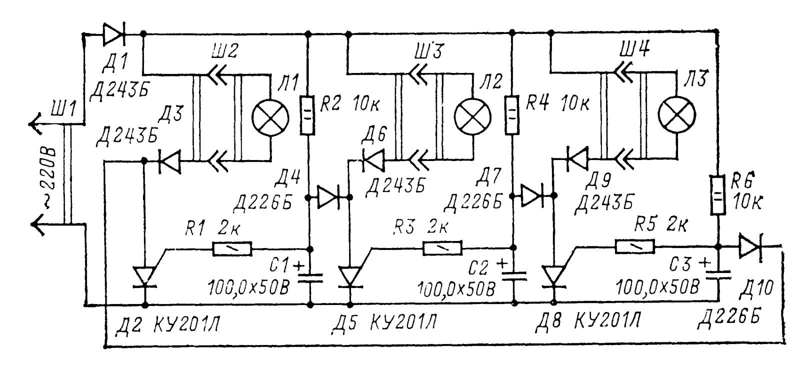


Рис. 131. Схема переключателя гирлянд на трехфазном тринисторном мультивибраторе

венно от сети, напряжение которой выпрямляется диодом *Д1*. Когда устройство подключают к сети, сразу же начинают заряжаться конденсаторы *С1—С3*. Продолжительность заряда каждого конденсатора зависит от его емкости и сопротивления резистора, включенного между ним и диодом *Д1* (резисторы *R2*, *R4*, *R6*). В идеальном случае конденсаторы будут заряжаться одновременно и через определенное время напряжение на них достигнет напряжения открывания тринисторов. Фактически же продолжительность заряда конденсаторов и напряжение открывания тринисторов неодинаковы, поэтому какой-то из тринисторов откроется раньше других. Предположим, что это будет тринистор *Д2*. Тогда загорится гирлянда *Л1*, а через открытый тринистор и диод *Д10* почти мгновенно разрядится конденсатор *С3*. Следующим зарядится конденсатор *С2* (поскольку конденсатор *С3* разряжен), откроется тринистор *Д5* и включит гирлянду *Л2*. При этом конденсатор *С1* разрядится через диод *Д4* и тринистор *Д5*, а конденсатор *С3* начнет заряжаться до напряжения открывания тринистора *Д8* по управляющему электроду. Таким образом, гирлянды ламп будут зажигаться поочередно. Продолжительность их горения зависит от сопротивления резисторов *R2*, *R4*, *R6* и емкости соответствующих конденсаторов *С1*, *С2*, *С3*. Резисторы *R1*, *R3*, *R5* ограничивают токи, текущие через управляющие электроды тринисторов.

Вместо тринисторов КУ201Л можно применить КУ201К, КУ202К—КУ202Н. Диоды Д226Б можно заменить другими диодами, рассчитанными на выпрямленный ток не менее 100 мА и обратное напряжение не менее 400 В.

Выбор диодов *Д1*, *Д3*, *Д6*, *Д9* зависит от мощности потребления гирлянд. Если каждая гирлянда потребляет ток не более 1 А, могут быть диоды Д215Б, Д243Б или аналогичные им, рассчитанные на ток не менее 2 А и обратное напряжение не менее 200 В. Для более мощных гирлянд нужны диоды Д215, Д215А, Д231, Д234А. Гирлянды должны быть рассчитаны на напряжение сети.

Устройство обеспечивает достаточно быстрое переключение гирлянд. **Для**

эффекта бегущей волны лампы гирлянд нужно расположить поочередно, например, по схеме, показанной на рис. 123, *б*. В режиме обычного переключения гирлянд с выдержкой в несколько секунд конденсаторы *С1—С3* должны быть большей емкости и резисторы *R2*, *R4*, *R6* больших сопротивлений. Данные этих деталей подбирают опытным путем, добиваясь необходимой длительности горения гирлянд.

Принцип работы **переключателя гирлянд с плавным изменением яркости** (рис. 132) основан на получении биений между частотой питающей сети и частотой задающего генератора. Это позволяет добиться плавного перехода от состояния полного включения до полного выключения каждой гирлянды. При этом свет гирлянд не мигает, а как бы «переливается», что создает интересный световой эффект. Частоту изменения яркости гирлянд можно регулировать плавно от 0,1 до 6 Гц.

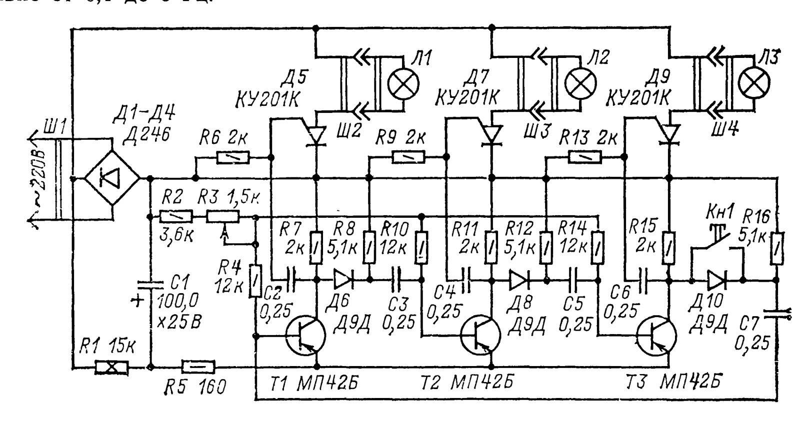


Рис. 132. Схема переключателя гирлянд с плавным изменением яркости свечения ламп

Задающий генератор переключателя представляет собой трехфазный мультивибратор на транзисторах *Т1—Т3*. Частота генератора выбрана кратной частоте сети (200 Гц), и ее в небольших пределах можно изменять переменным резистором *R3*. Такая частота генератора обеспечивает плавное изменение яркости гирлянд от максимальной до полного выключения. Она может быть и другой, но обязательно кратной частоте сети, например 400 Гц, но яркость гирлянд будет изменяться от половинной яркости до максимальной. Конечно, и световой эффект в этом случае будет иным.

Импульсы мультивибратора с каждого его каскада поступают на управляющие электроды тринисторов *Д5*, *Д7* и *Д9*, в цепи которых через разъемы *Ш2—Ш4* включают гирлянды *Л1—Л3*. Для получения более крутых фронтов управляющих импульсов в мультивибратор введены дополнительные ячейки *Д6R8*, *Д8R12*, *Д10R16*. А чтобы добиться четкой работы тринисторов при изменении окружающей температуры, их управляющие переходы зашунтированы резисторами *R6*, *R9*, *R13*.

Устройство питается от сети через двухполупериодный выпрямитель на диодах *Д1—Д4*, включенных по мостовой схеме. Питание на мультивибратор поступает через резистор *R1*, ограничивающий напряжение до 8—9 В. Для облегчения запуска мультивибратора введена кнопка *Кн1*, которую нажимают кратковременно сразу после подключения устройства к сети. Но иногда мультивибратор запускается и без нажатия кнопки.

К устройству можно подключить гирлянды мощностью до 200 Вт. Тринисторы КУ201К можно заменить на КУ201И, КУ201Л, КУ201М, КУ202К—КУ202М. Диоды *Д6*, *Д8* и *Д10* — любые из серии Д9. Диоды выпрямителя должны быть рассчитаны на выпрямленный ток более 2 А и обратное напряжение не менее 400 В.

Конденсатор *C1* — К50-6, остальные конденсаторы МБМ на номинальное напряжение 160 В. Переменный резистор *R3* — СП-I (его устанавливают на передней стенке корпуса устройства), постоянные — МЛТ. Резистор *R1* типа ПЭВ (ПЭВ-10, ПЭВ-15, ПЭВ-20) или составленный из пяти параллельно соединенных резисторов МЛТ-2,0 сопротивлением по 75 кОм. Статический коэффициент передачи тока транзисторов не менее 50.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прочитав эту книгу, вы заглянули в мир электроники — в мир радиолюбительского творчества. Несомненно, продолжая совершенствовать свое мастерство на занятиях в кружке и дома, вы в дальнейшем разработаете и построите, к примеру, квадрафоническую звуковоспроизводящую систему, цифровые часы, приставки к телевизору для проведения игр на его экране, трансивер радиоспортсмена с панорамным индикатором и многие другие оригинальные конструкции.

Активно занимаясь радиолюбительством и претворяя в жизнь самые смелые задумки, не забывайте и о той огромной пользе, которую вы можете принести своим творчеством народному хозяйству. Включайте в свои рабочие планы изготовление конструкций для близлежащих предприятий, колхозов и совхозов, больниц, школ, пионерских лагерей. Будьте энтузиастами пропаганды радиотехнических знаний, организовывая кружки юных радиолюбителей в школе, в микрорайоне, в своем доме.

Желаю вам, дорогие читатели, успехов в радиолюбительском творчестве!

СОДЕРЖАНИЕ

85 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО "РАДИО И СВЯЗЬ"